蔬菜合理化施肥技術

TARI LIB.
C005341
7

中華永續農業協會
行政院農業委員會農業試驗所 出版

432.307
8734

143

蔬菜合理化施肥技術

陳武雄
林俊義　　主　編

林木連　　黃維廷
王鐘和　　吳婉麗　　執行編輯

行政院農業委員會農業試驗所圖書館

005341

中 華 永 續 農 業 協 會
行政院農業委員會農業試驗所　　出 版

中 華 民 國 八 十 九 年 十 二 月

目　　錄

序（一）(陳武雄)

序（二）(林俊義)

頁次

1.蔬菜合理化施肥之意義及重要性 (黃伯恩) 1

2.葉菜類栽培情形與問題探討 (王三太)........................... 5

3.蔬菜園肥效增進要領 (王鐘和)................................... 17

4.特殊條件下之蔬菜肥培管理 (張庚鵬).......................... 23

5.不同有機資材之特性及在蔬菜園施用技術 (林毓雯) 35

6.設施蔬菜栽培環境的維護 (陳琦玲) 43

7.蔬菜連作障礙與土壤改良 (王鐘和) 55

8.蔬菜園土壤診斷與土壤採樣技術 (黃維廷) 65

9.農試所在土壤植體與肥料分析之介紹 (張愛華)............ 75

10.施肥與蔬菜的抗氧化性(林木連)................................ 81

11.蔬菜施肥推薦量(林木連) 87

陳理事長武雄序文

近代農業生產，投入大量化學肥料，遂逐漸出現地力衰退，土壤與水質等環境生態污染問題。由於社會愈進步對環保的意識要求愈高，以及對農產品之品質營養和飲食衛生較以往講究，所以自然有機農法生產之有機蔬菜，有機水果及有機米等農產品，在市場愈來愈為消費者所接受與歡迎，故有機質肥料之使用與需求日益受到重視。

中華永續農業協會之宗旨，為推動農業永續經營，兼顧農業生產及生態資源之維護。有機肥培為農業永續經營之關鍵環節。有機肥料合理施用，並非要完全替代化學肥料，而是要適當地配合化學肥料施用，滿足作物生育之養分需求，一方面提高作物收量與品質，增加農友收益，另一方面減施化學肥料，減省施肥成本，維護農田地力與減少環境衝擊。

為促進農友及農政推廣工作人員推行有機質肥料合理化施用，中華永續農業協會與行政院農業委員會農業試驗所合作編印「有機質肥料合理化施用技術」之專冊，內容涵蓋花卉、蔬菜、水果、茶樹及水稻等不同作物之有機質肥料施用技術，及介紹有機質肥料種類特性，堆製，有機質肥料施用之資訊與新科技，環境維護等之理念，對從事永續農業的推廣人員及生產的農友甚具參考價值，茲值付梓，特為之序。

中華永續農業協會理事長　陳武雄謹識

民國八十八年十二月

林秘書長俊義序文

台灣地處熱帶與亞熱帶氣候，高溫多濕，適合作物生長，然耕地面積有限，人口眾多，農業係屬多作精耕型態。農業能否永續經營必需面對生產力維持，資源利用效率，與環境影響等重要課題，亦即農業生產必須注意農田地力之維持，資源再生與充分利用，並維護環境生態。近年來農試所與其他農業試驗單位，積極推動促進農業永續發展之經營模式，諸如水旱田輪作，綠肥推廣種植，農產廢棄物再堆製成有機肥料，生物肥料及非農藥防治病蟲害技術之開發利用均著有成效。

施肥對於農業生產，土壤與水質環境之維護均有密切影響，由中華永續農業協會及行政院農委會農業試驗所彙集以往研究成果，編印「有機質肥料合理化施用技術」之專集內容介紹有機肥料之種類堆製及成分性質等，及考量不同作物種類及生育時期之養分需求，配合化學肥料之施用方法，並利用科學化的土壤及植體營養診斷技術，推薦合宜之肥料種類與施用量，施用時期與方法，其目的不僅在利用有機肥料提高作物產量和品質，增加農友收入，更期減少化學肥料投入，避免養分流失，降低生產成本，達到培養優良土壤生態系統之目標。此專冊可供農友與相關農業從業人員推行有機質肥料合理化施用之參考，特為之序。

中華永續農業協會秘書長　林俊義謹識

民國八十八年十二月

蔬菜合理化施肥之意義及重要性

黃伯恩

行政院農業委員會　資材科

一、因應肥料政策演變

過去在公營肥料產銷體制下政府爲減輕農民負擔，對肥料製造，例如台肥公司製造尿素所需之天然氣進行補貼。此外對一些肥料運銷的費用也進行補助，所以農民長期以來能享用便宜的肥料，促進農業的發展。

但隨著肥料自由化民營化時代的來臨，台肥公司也已經民營化，過去低肥料價格的政策，政府很難繼續維持，肥料價格將反應成本進行調整。最顯明的例子爲台肥公司苗栗廠因天然氣供應的漲價由每立方公尺 1.05 元調升爲 7.27 元漲到　　元，生產尿素的成本已過高，而導致關廠停產。

然而政府爲緩衝肥料調漲對農民之衝擊，制訂了「肥料政策調整方案」，在六年的調適期內由農委會以漸近方式調整肥料銷售價格，每年調整幅度不超過 6%，肥料出廠價與零售價間之差由農委會予以補貼，惟補貼金額採逐年減少，到民國九十二年以後即不再補貼，肥料價格將由市場機能反應。爲降低農民施肥成本，政府從技術層面推行合理化施肥措施，蔬菜作物的合理化施肥更是爲一教育宣導的重點。

二、蔬菜的肥料需要特性

蔬菜爲台灣地區重要的農作物，根據農政資料全省種植面積約有 20 萬多公頃，產量每年約三百多萬公噸，主要分佈在雲林、彰化、台南、嘉義、屏東等縣。本省冬季蔬菜栽培尤多，往往造成產銷失衡問

題。蔬菜是一相當大宗的民生必需品，本省種植的種類也相當繁多，所以蔬菜的肥料需要量特性也因種類、品種、季節及栽培管理而有所差異。蔬菜大部份是屬短期作物，依其被利用之部位不同可分爲根菜類、嫩莖類、鱗莖類、球莖類、根莖類、葉菜類、花菜類、瓜果類、茄果類、莢果類、食用菌類及雜類等十三類，這些類別之蔬菜各有其特殊之營養需求，如花菜類磷、鉀肥必須與氮素適當配合，以提高其品質及抗病力。如蘿荀鉀肥的需要量就較多。大部份之蔬菜類有一需肥特性就是氮素肥料需要量都比禾穀類作物爲高，尤其是葉菜類栽培專業區，肥料施用量均甚多，這是因爲：

(一)複作次數高

葉蔬類因爲生長速度快、生育期短，一年中可種植之次收相當多，造成施肥頻繁，相對肥料之投入量也相當多，所以蔬菜的合理化施肥有必要特別強調。

(二)根系淺、灌水頻繁、養分淋洗大

大部份蔬菜之根系都相當淺，加以葉片數多，蒸發散力強，造成要常灌水以支持其生長，這樣常會造成養分被淋洗至有效根系之下方，作物根本利用不到，造成施肥的浪費，而且也須常常補充肥料養分。

(三)全株收穫不利土壤有機質培育

葉菜類幾乎全爲整株被收穫，且根系帶有土壤連帶被移去，不若有些作物如水稻之稻稈殘葉仍回歸到土壤中，以養分循環之觀點，葉菜栽培因全株被利用，故肥培管理上需要投入較多之肥料，其對土壤之保育及永續性(sustainable)也較差。

(四)氮肥需要量大

葉菜類因複作指數高，所以對氮肥之需求量相當大，需氮肥施用不當極易造成土壤酸性化、污染地下水源、造成蔬菜罹患真菌性病害，甚而造成氮氧化物(NOx)溫室氣體問題，故種植蔬菜氮肥的合理化施用是一極爲重要的管理項目。

三、蔬菜的合理化施肥策略

(一)參考「作物施肥手冊」施肥

「作物施肥手冊」是政府爲輔導農家施肥而編印的推廣手冊，它刊印有各種蔬菜的推薦施肥量，這些施肥量的訂定是根據一些農業區改良場所的試驗結果，進行開會研商後擬訂，等於是各種蔬菜的施肥基準，參考使用時可根據農家之土壤肥力好壞、個別蔬菜之產量高低、耕作管理方式加以修正調整。一般而言若按照這本手冊所推薦的方法施肥，也大概可稱之爲合理化施肥了。爲推廣「施肥手冊」之應用，本會的農業試驗所也把整本手冊建置在該所網站上http://www.tari.gov.tw，或利用「合理化施肥」關鍵字查詢亦可進入施肥手冊的網頁。

(二)根據土壤分析而獲得施肥推薦

蔬菜栽培大部份屬短期作物，短期作物可根據土壤分析測定來推薦肥料要素用量，而土壤分析則需要適當的取樣方法，本專書亦另有介紹。經適當取樣之土壤樣本可送至本會各區改良場或農業試驗所分析，工作人員將會推薦適當之蔬菜肥料施用量。與先進國家相比，這個診斷推薦施肥工作免費的，希望農友能多多利用。

四、相關配合措施

蔬菜合理化施肥措施除上述肥料用量推薦外，應包括其他土壤肥料技術之綜合應用，以達到提高蔬菜的產量與品質，並維護農田永續生產力。相關配合措施有：

(一)有機質肥料的合理化施用

有機質肥料具有養分慢慢釋放的效果，且亦可改良土壤的理化性質。有機質肥料養分的慢慢釋放可使養分不會因雨或灌溉而大量流失，因此蔬菜園的有機質肥料配合化學肥料施用可有促進蔬菜生長之效果，因爲土壤的保水性會變得比好，土壤的生物性質也可以改善，即兩種肥料的互相配合使用可有養分快速供應及慢速供應的效果。一般以化學肥料和有機質肥料配合施用，應將有機質肥料可釋出之要素量扣抵化學肥料用量，才符合合理施肥目標。「有機質肥料合理化使用

推廣」也是「肥料政策調整方案」重要的工作項目之一。

(二)微生物料應用

包括開發利用土壤有益微生物提高土壤營養元素之供應及有效性，或增加對病蟲之抵抗性，減少化學肥料及農藥之使用。目前己推廣應用者有毛(大)豆接種固氮根瘤菌，洋香瓜育苗接種菌根菌，已具有相當成效。

(三)其他相關項目

其他項目包括施肥機之開發，節省施肥工資，並將肥料施於表土之下，減少肥料損失，提高肥料效率，如水稻插秧兼深層施肥機已由高雄區農業改良場開發及推廣。地區性問題土壤改良，如強酸性土壤施用石灰資材矯正酸度，以提高肥料效率及生產力；壓實及硬盤層土壤深耕改良，根域環境改善增進地力。

五、結語

施肥是提高農產品產量及品質之有效方法，惟所需肥料種類、用量、使用方法並應配合作物類別、栽培管理等應用科學之診斷技術來推薦，才能達到施肥的目的，亦可減少對環境之衝擊。因此，合理化施肥是使用肥料要「斤斤計較」，不能「要五毛，給一塊」。

葉菜類栽培情形與問題探討

王三太、蕭吉雄

行政院農業委員會農業試驗所園藝系

葉菜類栽培的面積不斷的增加中，由大都會的近郊蔬菜，逐漸演變為葉菜類專業生產區，而集約化與相鄰的栽培，雖然有經濟規摩或市場主導的優點，但同時亦是流行病蟲害的溫床，而長期的栽培，易產生問題，如果能從種子處理、品種選擇、適當密度與輪作，相信可以減少許多葉菜類栽培上的問題，分別討論如下：

一、葉菜類種子的休眠與克服

一般剛採收的種子，多具休眠性，其主要的意義在如果環境不適合時，植物以休眠的方式，達到延後與分散發芽期，降低環境逆境的衝擊，達到延續繁衍生命的目的，但對栽培的農民卻是不利的因素，因延後發芽，延長栽培期，發芽不整齊，增加管理的因難，所以如何避開休眠期，如何打破休眠，提高種子發芽整齊度，是栽培成功的關鍵之一。

西螺地區農民多了解不用當季新鮮種子，多會貯放一段時間再使用，茲將一般常用葉菜類，其休眠期，整理如表所示

表一、 一般小葉菜類的休眠期

種類	休眠期
十字花科	2-3 個月(大陸)
鳳山白菜	2 個月(郁宗雄)
晚生油菜心	2 個月(郁宗雄)
青梗白菜	1 個月(郁宗雄)
白花尖葉芥藍	1 個月(郁宗雄)
萵苣(大陸)	未成熟休眠深
嫩莖萵苣	無休眠(郁宗雄)
茼蒿	2 個月(大陸)
虎耳茼蒿	輕度休眠(郁宗雄)
白莖芹菜	輕度休眠(郁宗雄)
菠菜	3 個月(大陸)

一般新鮮種子休眠，除了以適當貯放，延後播種期外，尚有下列方式，以打破休眠，提高發芽率:

(一)曬種，加熱處理及乾燥處理:將種子放在 30-50°C 通風條件下經 7 天乾熱處理或將種子貯放在乾燥條件下，能促進種子後熟，能增進種子中酵素的活性。

(二)浸種:浸種要注意水溫、水量、浸種時間，通氣情況等， 浸種時水溫過高，時間過長，種子的養分會從內部滲透出來;浸種時間過長，會因缺乏氧氣，妨礙種子呼吸，影響苗的活力。

(三)低溫處理:萵苣、菠菜在播種前經濕潤後用低溫處理，能加快發芽過程，一般可將浸濕種子放在 5-7°C 冰箱下 1-2 天，即使在高溫條件下播種，仍能很快發芽。

(四)光照處理:大部分蔬菜種子能在黑暗中發芽，少數種子發芽時必須有光照，有些蔬菜種子發有時需光，如萵苣、茼蒿、但若用已通過休眠期，或經低溫處理、激勃素處理，即使在無光條件下，種子也能發芽。

(五)化學處理:可用 0.2%硝酸鉀溶液代替水，可促進種子發芽。

(六)生長調節劑處理:用 100ppm 的激勃素處理萵苣種子 3 分鐘，可促進發芽。

二、葉菜類種子的藥劑處理

先進國家為確保其農民收益或大的私人種子公司，為確保其種子品質，多在種子表面行藥劑處理，而藥劑處理可確保其初期生育期不受或減少病害的危害，但以葉菜類生育期短的特性，已可減少病害防治的成本與次數，但我國尚未有法規規範種子販售前使用藥劑處理，且日本或台灣部分藥劑處理產品，偶會有發芽情形不佳情形，目前農民廣泛使用滅達樂進行拌種，，而空心菜夏天生育期僅約 16 天，白菜、莧菜亦只需 21-23 天採收，是否會有農藥殘留問題且長期使用滅達樂，有可能有抗藥病株出現，所以研究與討探可行的藥劑交替處理，為重要的課題之一。

三、輪作制度的再思考

一般葉菜類栽培期，往往將小白菜、空心菜、芥藍、青梗白菜、茼蒿、萵苣、芹菜、莧菜、菠菜、油菜、芫荽等不同葉菜類加以輪作，但不同葉菜類輪作是否有促進甚至抑制作用，值得探討，卓文君氏以不同葉菜類輪作，發現小白菜、青梗白菜與萵苣對大多後作有促進效果，而蕹菜、莧菜、茼蒿、芫荽、芥藍及芹菜對不同後作葉菜類具有不同程度之抑制，而其中蕹菜經檢驗有較其他葉菜類有多寄生性線蟲，導致連作時，生育受阻，植株矮小，甚至死亡。

而不同葉菜類對土壤 PH 亦有影響，蕹菜、莧菜與芹菜種植後有較低土壤 PH，而十字花科蔬菜及萵苣的 PH 值，種植後則上升，此可能與不同作物種偏好不同的氮源有關，若長期只在對土壤 PH 有相同影響的作物間輪作，可能長期對作物並不好。

表二 不同葉菜類前作對後作栽培影響之參考表*

前作 後作	小白菜	菠菜	蕹菜	芥藍	青梗白菜	芫荽	茼蒿	莧菜	萵苣	芹菜
小白菜	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
菠菜	－	－	－	－	－	o	o	o	o	－
蕹菜	o	－	×	－	－	－	－	×	－	－
芥藍	o	－	－	－	o	－	－	o	o	－
青梗白菜	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
芫荽	o	－	×	－	o	－	－	－	o	×
茼蒿	o	－	×	－	－	－	－	－	－	×
莧菜	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
萵苣	o	－	×	－	o	－	－	－	o	×
芹菜	－	o	－	－	o	－	－	o	o	×

*依單株產量為指標依據。 o:促進 －:無顯著差異 ×:抑制

出處:卓文君 1998 設施葉菜類連作障礙之研究 國立中興大學園藝學系

四、葉菜類播種密度探討

葉菜類一般播種量如表三所示，而其中往往隨季節適合與否，而增減播種量，如菠菜與茼蒿較適合冷涼季節，在早期較高溫時，發芽率較少，病害較嚴重則需增加播種量，分別各增加約一倍播種量。除了播種期不同會影響播種量外;土壤病害如立枯病(Rhizcotonia spp)或根腐病(Pythium spp)皆有可能造成未發芽時死亡，造成缺株;也有局部小區可能因土壤鹽份累積造成無法發芽，如設施中特別凹陷或突出的地方，易有不發芽或發芽不整齊現像; 播種初期水分不夠亦會造成發芽不良現像，如莧菜。播種密度，直接影響後續的管理成本，如疏苗、病蟲害管理及蔬菜品質，例如一般而言，莧菜與空心菜如果播種均勻並不需疏苗，如果太密則需人工疏苗，否則病蟲害問題會更嚴重，且不易防治，

表三、小葉菜類一般播種量

種　類	播 種 量
菠 菜(早播)	10 磅/1 分地
菠 菜(晚播)	5-6 磅/1 分地
青 梗 白 菜	2 兩/1 厘
小 白 菜	2 兩/1 厘
油 菜	2 兩/1 厘
芥 藍	4 兩/1 厘
萵 苣	1 台/1 厘
茼 蒿	2 台升/1 分地
空 心 菜	35 公斤/1 分地
芹 菜	1 合/1 厘
芥 菜	1.5 兩/1 厘
莧 菜	3 兩/1 厘

資料來源:新裕森種苗行

例如莧菜白銹病，在密度較高的地方，發病會較嚴重，密度除了影響病蟲害外，對產量更是決定性影響，太疏產量不足，太密未必有更高產量，例如莧菜(表四)隨著密度由每 10 畝(約 1 分地)150 公克播種量提高至 1000 公克，產量隨之增加，但播種量提高至 1300 公克則產量沒有提高，但葉期變小，莖則變較細。

表四、不同播種密度對「莧菜台農一號」的影響

播種密度 (公克/10 公畝)	產量 (公噸/公頃)	株高 (公分)	葉長 (公分)	葉寬 (公分)	莖徑 (公厘)
150	4.4	15.0	8.8	8.9	5.98
500	8.7	22.0	7.7	7.7	5.65
1000	12.6	25.4	7.1	7.1	5.52
1300	11.2	25.8	6.8	6.8	5.28

五、品種演變

以往小葉菜類使用的品種皆是固定品種，主要原因爲種子用量大、粗放、要求不高及菜價不高，但隨著生活水準及國民所得的提高，消費者或販商對高品質、整齊度的要求嚴格與農民對生長整齊與高產抗(耐)病的要求，一代交配種隨之開始，且有日益普遍的趨勢，品種使用情形如表五所示，最早開始使用交配品種爲菠菜，其次爲青梗白菜，最近則是小白菜，預計未來芥藍、芹菜也可能會使用而其推廣情形，皆是先在西螺等專業生產區開始，再蔓延至其他栽培區，而其品種演變皆是先以日本已有品種，再推出針對台灣市場品種，如菠菜日本偏好葉色深綠品種，所以初期皆是深綠色，如 Torai、Toyoba、Adolas，但由於台灣的地方品種具有不澀的優點，而其葉色則較淺，所以後來日本針對台灣市場的需求育成皆是較淺的品種，如梨山菠菜、西螺大葉、西螺一號、西螺二號;青梗白菜在台灣最流行的品種是日本武藏野公司育成的品種，如華王、華王二號、夏華京、早生華京等，主要原因之一是該公司育成的品種，一個親本採用台灣的品種;另一個則用大陸，所以除產量高外，在台灣的接受度亦高，其易爲農民接受的原因是高產外，高溫不抽長及蕾球緊密是另一重要原因;白菜由較綠品種只適冬天品種演變爲色淡夏天專用品種。

表五、小葉菜類常品種

種類	品種
菠菜	角粒(OP)、永靖角粒(OP)、Torai(音譯 F1)、Toyoba(音譯 F1)、Adolas(音譯 F1)、南山菠菜(F1)、大阪法蓮草(F1)、富士法蓮草(F1)、大華菠菜(F1)、梨山菠菜(F1)、清風(F1)、綠湖(F1)、大榮菠菜(F1)、西螺大葉(F1)、西螺一號(F1)、西螺二號(F1)、Hercury(F1)、Dynamite(F1)
青梗白菜	香港青江白菜(OP)、青梗白菜(OP)、夏華京(F1)、早生華京(F1)、華王(F1)、華王二號(F1)、青帝(F1)、夏賞味(F1)、平成(F1)、華冠(F1)
白菜	黃金白菜(OP)、台農一號(OP)、土白菜(OP)、交合小白菜(OP)、東京小白菜(OP)、丸葉山東白菜(OP)、喜樹白菜(OP)、夏勝黃金白菜(OP)、三鳳小白菜(OP)、三鳳二號小白菜(OP)、春安小白菜(OP)、尼龍白菜(OP)、晚生黃金白菜(OP)、Bekamaru(F1)、鑽石白菜(F1)、珍珠白菜(F1)、強力山東白菜(F1)、大東京小白菜(F1)、交配新小白菜(F1)、交配東京小白菜(F1)、四季的彩(F1)、金光菜(F1)
油菜	油菜(OP)、油菜苔(OP)、青骨油菜(OP)、晚生油菜(OP)、40 天油菜(OP)、70 天油菜(OP)、80 天油菜(OP)、100 天油菜(OP)、白莖油菜(OP)、農友早生油菜(OP)、夏水菜(F1)
芥藍	芥藍(OP)、白花皺葉芥藍(OP)、黑芥藍(OP)、白芥藍(OP)、小皺長黑芥藍(OP)、皺葉大心芥藍(OP)、平葉種(OP)、皺葉高腳種(OP)、大心芥藍(OP)、黃花芥藍(OP)、黃花大心芥藍(OP)、高麗菜花(OP)
萵苣	青葉改良(OP)、小葉尖(OP)、大葉尖(OP)、三號萵苣(OP)、白粉萵苣(OP)、白霧種(OP)、廣東萵苣(OP)、大心萵苣(OP)、鵝菜(OP)、黃萵苣(OP)、白萵苣(OP)
茼蒿	茼蒿(OP)、大葉茼蒿(OP)、虎耳大葉茼蒿(OP)、虎耳茼蒿(OP)
空心菜	竹葉種(OP)、桃改一號(OP)、青骨尖葉(OP)、青骨青葉(OP)、白籽(OP)
芹菜	黃心(OP)、黃心青葉(OP)、青葉白骨黃心(OP)、青葉種(OP)、白骨芹菜(OP)、黃葉黃骨(OP)、芹菜苔(OP)
芥菜	芥菜(OP)、包心芥菜(OP)、芥菜青(OP)、竹北芥菜(OP)
莧菜	白莧(OP)、特白莧(OP)、軟枝莧(OP)、台南莧(OP)、青莧(OP)、紅莧(OP)、台農一號(OP)

註:OP:固定品種　　F1:一代雜交種

六、抗病品種的使用

一般栽培或種苗商皆強調品質的重要性，遠超過抗病性，殊不知現行慣用品種，即因適應本地生態環境，即有某一種程度抗或耐病性，往往在外來品種進來才發覺其優點，例如本地白菜品種在夏季較一般日本品種耐軟腐病，本地菠菜則較日本品種耐萎凋病，但雖如此，仍有一些特別嚴重的葉菜病害，分別討論如下:

1. 菠菜露菌病:本地品種大部分呈感病狀態，爲本地栽培的大問題，極待改良，而目前大部分日本品種皆標示抗露菌病，但只有少數明確標示抗何種生理小種。世界上有報導的露菌病生理小種約 6-7 種，主要抗病品種只做到抗 4 個生理小種，而露菌病由可能經由種子傳播，而目前台灣使用的固定種，多在國外採種，有可能將國外病原攜入，所以栽培抗病品種，對安定與安全的生產有其必要性。

表六、目前市售標示抗菠菜露菌病生理小種的品種

抗 生 理 小 種	品 種
抗 1	Adolas
抗 3	Megaton ，New Oscar
抗 1、3	Hercury
抗 1、2、3、4	綠豐、Delta

2. 萵苣萎凋病:萵苣萎凋病是夏季主要葉菜類生產區，栽培萵苣的最大問題，亦是夏季萵苣高價的原因之一，其主要特徵爲植株長不大而矮化，如果從莖與根縱剖，則在中間的維管束有褐化現象，因爲萎凋病有厚膜孢子，藥劑防治效果有限，經中興大學測試，農友公司的碧香具有抗病的效果，不過其爲嫩莖品種，與目前主要栽培的三號萵苣或青葉改良有所不同。
3. 莧菜白銹病:莧菜白銹病爲夏季生產莧菜的主要限制因子，因爲栽培密度，高而且發生在葉背，不易用藥劑防治當察覺發生時，往往太接

近採收期，使用藥劑，易有農藥殘留問題，而且感病株採收後，需進行除葉工作，增加成本，農試所選育的台農一號，較一般品種抗白銹病(表七)，當對照品種發病率達 100%時，台農一號約只有 5%-10%，且台農一號發病度低於 2%，採收時並不需針對此除葉，可降低採收成本。

表七、「莧菜台農一號」與對照的白莧在西螺不同天期栽培白銹病發病率與發病度

播種日期	病發率 (%)		病發度 (%)	
	台農一號	白莧	台農一號	白莧
17天	5.0	82.5	1.6	34.1
20天	7.5	100.0	1.9	84.1

4. 空心菜白銹病:空心菜白銹病亦是夏季栽培空心菜重要的問題，目前鳳山分所已選拔出抗白銹病品系，相信未來必有抗病品種，可供栽培。

七、抽苔與開花的問題

小白菜、青梗白菜、油菜、芥藍等十字花科葉菜類易因冬季低溫而抽苔;菠菜、茼蒿則會因長日與高溫而抽苔;莧菜與空心菜則易因低溫或短日而開花，茲分別以小白菜、菠菜、與莧菜討論如下:

1. 小白菜:小白菜在冬季，主要栽培日本品種，主要是因本地品種低溫易小株抽苔，但日本品種偏綠，所以日本目前在台灣推出的品種，逐漸葉色較淡，葉形亦較接近我們夏天的土白菜，如鑽石白菜或珍珠白菜，但其對低溫亦有可能有少部分抽苔(表八)，不過仍優於台灣選留的晚生品種。

表八、低溫(10°C)處理對 19 個小白菜品種抽苔率的影響

品種	來源	抽苔率
土白菜	高雄彌陀鄉	100
台農一號	鳳山試驗分所	92.5
夏勝黃金白菜	台灣種苗公司	92.5
晚生白菜	屏東市場	90
三鳳二號小白菜	農友種苗公司	90
晚生白菜	順發種子行	87.5
喜樹白菜	西螺	80
交合小白菜	豐田種苗行	77.5
晚生土白菜	西螺	75
春安土白菜	豐田種苗行	67.5
黃金晚生小白菜	屏東市場	60
台南白菜	西螺	52.5
三鳳小白菜	農友種苗公司	37.5
鑽石白菜	Tokita	37.5
珍珠白菜	Tokita	27.5
丸葉山東白菜	Tokita	0
東京小白菜	Tokita	0
強力山東白菜	Nakahara	0
Bekamaru	Tokita	0

2. 菠菜:本地品種在口味上，有其獨特處，但在 9 月或隔年 2 至 4 月栽培，易有抽苔的情形，進而影響產量，除了改用日本品種外，農試所由本地品種選育的品系，具有較晚抽苔而有較高產量的特性(表九)，未來可能具有應用潛力。

表九、農試所品系與西螺慣用品種的產量比較

來　源	產　量(公噸/公頃)	抽　苔(公噸/公頃)
今日種子	6.2	24.1
新裕森種子行	8.4	20.1
農試所選選品系	14.4	9.3

註:播種日期:89.3.4，採收日期:89.4.6，播種地點:西螺。

3.莧菜:莧菜易因低溫而生育停頓或延緩，造成開花，而無商品價值，不織布與設施皆能有保溫，而改善的情形但根本之道爲選用低溫生育快品種，紅莧一般較白莧生育快，所以西螺一般在 3 月開始可以栽培莧菜時，紅莧爲主要考慮的品種，「莧菜台農一號」3 月在西螺區域試驗則較紅莧生育更快，有可能在低溫期栽培，配合不織布等設施可以在開花前採收，且較現有品種生育快。

結語

優良的品種，配合上好的種子處理，是好的開始，成功的一半，會讓許多麻煩的事減少，雖然未來加入 WTO 後，可能面臨大陸進蔬菜的衝擊，但高品質與區隔化的產品，是不論時空皆有其市場，而目前讓栽培管理更一致與更抗病而易管理，最缺乏的還是適當的品種，不過情形正不斷改善中。

參考文獻:

1.王三太.1999. 小白菜品種抽苔性評估. 蔬菜作物研究彙報第九輯 P186-194

2.吳志行. 1993. 蔬菜種子大全. 江蘇科學技術出版社

3.郁宗雄. 1992. 郁宗雄先生著作選集. P714-741. 農友種苗股份有限

公司
4. 卓文君. 1998. 設施葉菜類連作障礙之研究. 國立中興大學園藝學系碩士論文
5. 日本園藝生產研究所編. 1997. 1997 年版蔬菜的新品種. P99-101 誠文堂新光社. 日本東京

蔬菜園肥效增進要領

王鐘和　林毓雯　黃維廷

行政院農業委員會農業試驗所農業化學系

前言

根據相關之調查資料，本省某些農地，如蔬菜園、花卉苗圃等的施肥量常是農政單位推薦肥料施用量之數倍之多，大量的肥料施用在土壤中，因為數量遠超過作物生長所必需，會導致大量的殘餘肥料累積在農田土壤中，衍生了作物吸收養分過度之營養失衡，以及因養分離子間的拮抗作用形成養分不足之營養失衡，甚而因鹽分累積超過作物根部可忍受的程度，導致種子發芽失敗，或者作物種子發芽後幼苗生長嚴重受阻，生育不良，甚而乾枯死亡。

這些累積在土壤中之化學肥料可能因灌溉水或雨水被淋洗至排水溝及地下水中，造成對環境不利之影響。此種肥料利用率偏低、浪費肥料資源、作物產量品質降低及環境污染現象之產生均是不當施用肥料所生成。因此，施用肥料不可不慎。

合理施肥之原則

所謂的合理施肥指的是適時、適作、適地施用肥料，來滿足作物生長之需要，所追求的目標從已往的最高產量，進而是最大利潤之經濟產量，目前更積極的具有提昇肥料效率、節省肥料資源與兼顧生態環境平衡之意義。

作物之生長發育受到先天遺傳特性及生長環境中各種因子之影響，因此，在施用肥料時，必須考量各項影響因子及肥料本身性質之影響。其中氣候環境因子較難改變，而土壤環境因子，則可藉由人為的操作，來改善不利作物生長的性質。有了良好的土壤環境，作物的

生長量自然就增加，肥料被吸收利用之比率也跟著提昇了。此外，瞭解肥料的性質及作物各個生育階段對營養分需求的特性，才能規劃適切的施肥技術，包括施肥量、施肥位置及施肥時期等。正確的施肥量及施肥位置有助於減少肥料之損失，避免肥害，及提高肥料被作物吸收之比率。正確施肥時期的要點在於施用肥料時，適爲作物需肥時期，既減少肥料損失，並可供作物適時利用。在積極的意義，施肥時期的運用尙有調節作物營養生長以達提高收穫指數或收穫物品質之功效。

蔬菜園土壤與蔬菜需肥特性

台灣之氣候條件，一年四季皆適於蔬菜生長，目前栽培之蔬菜種類相當多，栽培的範圍也遍及各個縣市，即各種不同種類的土壤均有蔬菜園存在。瞭解蔬菜作物的需肥特性以及蔬菜園土壤之性質，將有助於建立蔬菜園合理的土壤及肥培管理技術。

1.蔬菜園土壤的特性

蔬菜作物因爲生育期短，尤其是葉菜類蔬菜生育期甚短，夏季每作約爲 15~30 天，冬季也僅有 30~45 天左右，因而蔬菜園一年之中栽培之作數遠較其他種類作物多。由於複作指數高，且每作蔬菜農友習慣施用多量肥料，此種施肥、灌溉及耕作頻率均高之栽培方式，致蔬菜園土壤顯著不同於其他農田土壤。此外，爲了方便栽培管理及促進蔬菜生育，蔬菜園普遍較水稻、雜糧、果樹等作物投入更多的有機質肥料。因此本省眾多蔬菜園土壤的分析資料也顯示蔬菜園土壤除了有豐富的養分含量外，尙有較高之有機質含量及較好的物理性狀及保水保肥能力等特性。

2.不同種類蔬菜需肥特性

瞭解不同種類蔬菜之生育及養分吸收特性，參酌栽培地之氣候及土壤條件，配合栽培管理措施，適時、適量的供給肥料，可獲較佳的產量及品質。蔬菜各生育期間養分吸收情形因種類不同而異。大致分爲下列幾種:

(1)葉菜類蔬菜之地上部(葉部)或全株均可爲販售之產品，生育期短，

極短時間內即吸收了大量營養元素，除了初期生長較緩，養分吸收較少，隨後即快速的生長及吸收養分至收穫爲止，故肥料之供給要充足（尤其是氮素，以促進葉部生長），來滿足其初期之生長及隨後之快速吸收生長期。

(2)根菜類蔬菜由於生長中後期根部肥大時，原地上部植株所含之營養要素可再轉移至收穫部位，因此應注意生育初、中期三要素肥料的施用及生育中、後期有充分之磷、鉀吸收促進根部肥大，且應避免生育後期過度吸收氮素，葉菜類蔬菜之結球菜類亦是類似情形。

(3)果菜類（含豆類）蔬菜由於開花後有一段時間係營養生長及生殖生長同時進行，因此生長中、後期的養分供給亦相當重要，此外亦應注意與開花結果有密切相關之磷、鉀肥之施用。

(4)豆類蔬菜如接種根瘤菌時，因有固氮之功能，故氮素肥料量可減少，以發揮固氮的功能。

蔬菜肥料施用一般依種植時土壤肥力的高低，施以基肥(氮、鉀比率一般爲 25%~50%，磷肥葉菜類及豆類蔬菜爲 100%，其他生育期較長之根菜類、結球菜類及瓜果類則保留部份作爲追肥，施用量因蔬菜種類而異)，其後依種類不同再追施 1 至數次之氮、鉀及磷肥(可參考台灣省政府農林廳編印之作物施肥手冊中各類蔬菜之施肥方法)。

雖然不同種類蔬菜作物在吸收養分上有著顯著的差別，但與其他種類作物相比較，蔬菜作物仍有其一定的共同特性，那就是:(1)高需肥性:蔬菜作物在極短之生育期要吸收大量養分，生成大量之生質量，因此單位時間內單位面積養分之需求量遠高於其他作物。(2)喜硝性:蔬菜作物爲旱田作物，長期演化之結果，蔬菜作物對氮素之吸收以硝酸態氮爲主。(3)鹽基置換量高:作物根系鹽基置換量爲根系活力之指標，鹽基置換量高代表根系養分吸收能力強。 (4)對土壤環境品質之要求度高:蔬菜作物普遍較其他種類作物不耐土壤環境逆境例如:不耐酸性及不耐土壤高鹽分濃度、不耐旱、不耐土壤空氣不足及不耐浸水等等。

肥效增進策略

1.去除不利作物生長的限制因子

環境因子中不論是氣候環境或土壤環境如果不適合所栽培的蔬菜作物，作物就會生長得不自然，死氣沉沉，對所施的肥料自然是無福消受。反之，如果環境適合，蔬菜作物當然會生龍活虎，胃口大開連吃好幾碗公，當然就能快速生長，肥料的利用率與效果，自然就提高了。

氣候環境較難於改變，除非是特殊目的及特別高利潤的作物，一般而言，還是選擇適宜當地當季氣候環境的蔬菜種類，生長才會正常，肥效自然提高。誠如前節中提到的蔬菜作物是比較嬌貴的，要排除不利於它生長的土壤限制因子，生長才會良好，肥效也會提高，要注意排除之限制因子有:

(1)矯正土壤酸鹼性:

據統計台灣地區耕地土壤中 pH5.5 以下強酸性土壤占總面積之 35%，大部份的蔬菜作物均不耐酸，在酸性環境下生長受抑制，需以石灰資材調整土壤 pH 值達 6.0 左右才能正常生長。施用石灰粉、苦土石灰、煉鐵爐渣等石灰資材均可調高土壤 pH 值，糾正土壤酸性。

(2)排除鹽害：

土壤鹽分過高時，會產生許多不利蔬菜生長之影響:

(a)抑制蔬菜對水分的吸收。土壤鹽分濃度太高時，會使土壤水勢降低，蔬菜根部吸水的能力降低，甚至脫水死亡。

(b)高量的鹽類離子影響蔬菜生育。土壤中累積過量之銨、磷酸根、硫酸根及硝酸根等離子對蔬菜根部直接造成傷害。

(c)造成土壤中養分不平衡。土壤中累積之鹽分係蔬菜吸收剩餘者，元素比例常呈不平衡狀態造成拮抗作用，產生元素缺乏症狀，例如銨吸收太多易生鉀或鈣缺乏症狀等。

(d)對土壤微生物有不利之影響。過量鹽分累積抑制土壤微生物活性，間接抑制微生物具有之有機物質分解，礦質化作用，硝化作

用等功能，也抑制土壤中尿素水解酵素，磷酸酯酵素，以及固氮酵素之活性，影響蔬菜對氮及磷之吸收。

(e)生物相不平衡。設施內高溫高濕，且常是高耕作次數之連作，降低土壤原有的生物多樣性，使土壤生態系不平衡，抗病能力降低，易使蔬菜產生病害。

(f)土壤物理性變差。過量鹽分累積在土壤表面，佔據土壤孔隙，不利水分進入土壤內部，此外，由於灌溉次數多，土壤乾濕交替頻繁，常使土面產生結皮，通氣性變差，土壤內部空氣無法順利與外部空氣交換，大量二氧化碳積在土壤中，不利蔬菜生長。

解決鹽分過度累積之方法有:浸水、客土或深耕、換土、種植耐鹽作物或綠肥作物等。

(3)其他影響根系活性之因子:

蔬菜園土壤如果太密實,將影響蔬菜根部穿透不易生長受阻且因有排水不良、空氣供應不足等現象,添加有機質肥料有助改善土壤物理性,也有助於提昇保水及保肥能力。此外，土壤質地如為砂質地，排水太快，導致肥料流失量高，土壤水分保持不易，形成乾旱限制根部生長,可施用有機質肥料增加保水力。良好的供水系統例如噴灌及滴灌系統等有助於維持土壤保持適當的水分及養分含量，減少水分及肥料投入量，並且可排除旱害。

2.掌握肥料特性，適當施用

有了良好的土壤環境,及參考蔬菜作物各生育階段對養分需求的特性外，尚要能瞭解不同肥料的性質，適當的施用，必可獲得良好的效果。

施肥要注意的事項有:

(1)銨態氮肥不要與石灰資材混合施用，避免形成氨氣損失。

(2)雨季土壤含水量高時，避免施用硝酸態氮肥，免得形成脫氮或淋洗流失。

(3)了解所施用有機質肥料的種類、特性，適當施用。長期施用時要注意土壤中已累積之有機質量，及其可能礦化之養分量，以及養分離子間之平衡及重金屬累積等之影響。

3.土壤要定期健康檢查

定期採取土壤樣本、送請相關農業試驗研究單位分析，可了解土壤肥力狀況，作爲施用肥料時之參考依據。

結　　論

俗語說:「師父引進門，修行在個人」，目前農政單位大力倡導及推行合理化施肥，其目的除了要導正農友過度施肥的習慣，更兼具有提高農產品品質，提昇肥料效果、節省肥料資源及環境保育之積極義意。做一個現代的農業經營者，要能配合農政單位之協助及輔導，勇於嘗試，剛開始時信心可能不足，可參考施肥之要領先小區域，小幅度的減少肥料施用量，再逐漸加大面積及減肥幅度，從其中去學習、累積經驗，久而久之，就能掌握自己農田合理施肥之要領，達到既生產高品質的農產，且能兼顧資源合理利用及環境生態保育的境界。

特殊條件下之蔬菜肥培管理

張庚鵬　李艷琪

行政院農業委員會農業試驗所農業化學系

蔬菜作物，尤其多數的葉菜及果菜類，其生育均極快速，因此，當然須有足量的水分及養分供給，才能獲得良好的產量與品質。一般說來，生產蔬菜作物所需的養分量遠較其他各類作物（如果樹、花卉、糧作、特作等）爲高，肥培管理也頗有差異。即以葉菜及果菜類而言，其肥培管理就有顯著差異；葉菜類由於可食部位爲葉部，氮鉀比值可較高，果菜類可食部位爲果實，在生殖生長期內氮鉀比應適度調低，如此方可望產出高產及高品質之果菜。本篇文章分成二大部分來探討蔬菜之肥培管理，第一部分從基礎之植物生長必須元素種類開始，介紹利用外觀營養障礙徵進行營養診斷之要領，及本省易發生要素障礙之土壤。第二部分則從實際栽培時的基質、生育特性、氣候條件、肥料選擇及肥力監控等各相關因子來探討蔬菜之合理化肥培管理。

一、植物生長必需元素之種類、利用外觀營養障礙徵狀進行營養診斷之要領及本省易發生要素障礙之土壤

(一)必需元素之種類及生理機能

植物生長所必需的元素，到目前爲止，被確認的共有 16 種。另有數種(例如矽、鈉等)則在特定條件下，能促進植物生長，稱爲有益元素。這 16 種必需元素爲碳、氫、氧、氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫、鐵、錳、銅、鋅、硼、鉬、氯。其中碳、氫、氧可由空氣和水中取得，另外 13 種元素，在正常情況下，由根自土壤溶液中取得。此 13 種元素若根據植物正常生長所需要之吸收量來區分，可分爲下列兩類：

1.大量元素：包括氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫等六種元素。其中氮、磷、鉀等 3 種元素，因需要量最大，最容易缺乏，所以最早被應用爲肥

料，稱肥料三要素。鈣素在一般土壤中含量豐富，只有在強酸性的土壤或退化田中，才有必要施用石灰補充鈣量。鎂素在強酸性土壤(例如紅壤)及砂質土中容易缺乏，須施用鎂質肥料補充。硫素在本省由於三要素等肥料之普遍施用，尚未聽聞缺乏之實例。

2.微量元素：包括鐵、錳、銅、鋅、硼、鉬、氯等七種元素。此七種要量甚微，所以缺乏與過量中毒之間差距很小，在施用微量元元素植物雖需求量甚微，但在植物生理上卻不可或缺。由於需素肥料時須注意不可超施。鐵素在土壤中含量豐富，引起缺鐵的原因，多是吸收過多錳或鋅導致鐵的不平衡，及因土壤 pH 值太高使鐵素不能有效化所造成。錳素缺乏多發生在中性及鹼性且富鈣質之土壤；另外，在水份充足的強酸性土壤，則容易發生錳過量之毒害。一般土壤不會缺銅，除非特殊有機質土或砂土，才有發生缺銅的可能。鋅素缺乏常發生於鹼性或石灰質土壤，還有，當氮、磷、鉀肥(尤其磷肥)施用過多時容易誘使鋅素缺乏。硼素在粗質地的酸性土或 pH 值高且富石灰質的土壤中容易缺乏，另在多雨地區，或長期灌溉含硼量低的水，都會使植物缺硼。鉬素缺乏的情形很少見，當土壤 pH 值低於 5.5 及栽種對鉬需求量較多的作物(如花椰菜、菠菜等)時較容易發生。氯素在自然界中普遍存在，尚未有缺氯的報告。

上述之植物必要元素，不論是大量或微量元素，對植物的正常生長都具有相同重要的地位，並且任何一種營養元素的特殊功能不能被其他元素所代替。

(二)各種要素障礙之徵狀

植物對特定元素之缺乏或過剩，會在外觀，尤其是葉片上出現特別之症狀。由此種症狀可以判斷植物何種養分障礙而採取對策補救。由於此種方法不需儀器，簡單易行，在田間工作不失為一簡易判別植物要素障礙之方法，故為現場工作人員及農民所歡迎。植物要素障礙症狀之判別方法簡單介紹如下：

1.要素缺乏

各種元素在植物體內之功能及移動性難易各有不同，故其缺乏徵狀在植物體呈現之部位各也有差異。若依各種要素在植物體內之移動

性難易來區分，可分為下列三類：

(1)在植物體內移動性中等之要素，缺乏症狀發生於全株葉片者；如氮、磷、硫、鉬等。

氮—生長緩慢，發育不良，全株葉片黃化，老葉有較嚴重之傾向。

磷—葉片變小，葉色暗綠，成熟遲延，很多作物莖葉並呈現紫紅色。

硫—生長減緩，成熟遲延，全株葉片黃化，幼葉有較嚴重之傾向。

鉬—缺乏徵狀與缺氮相似，有些植物葉片有捲曲、葉緣燒焦、斑狀萎黃等徵狀。

(2)容易在植物體內移動性之要素，缺乏症狀發生於下方成熟葉者；如鉀、鎂等。

鉀—生長緩慢，莖幹瘦小，抗惡劣環境能力差，成熟葉葉尖及葉緣焦黃乾枯。

鎂—老葉葉脈間部分引起黃化(有些植物葉緣亦黃化)，與葉脈周圍之綠色成明顯對比。

(3)不易在植物體內移動性之要素，缺乏症狀顯著於新葉者；又依其頂端組織枯死與否分為列兩類：

A.新葉變形，莖的頂端組織易枯死；如鈣、硼等。鈣—初期葉色呈不正常之暗綠，繼而新葉彎曲，葉尖白化、褐變枯死。果菜類之蕃茄尻腐、白菜及芹菜之心腐皆因缺鈣引起。

硼—新葉變厚、變脆、變黃、捲曲、凋萎和壞死，生長點之生長停止、死亡，果實或根莖部位有凸狀隆起或壞死斑點、中心部分黑變或褐變等。

B.通常莖的頂端組織不枯死，如鐵、錳、銅、鋅等。鐵—老葉維持正常而新葉則變黃至白色。

錳—與缺鐵徵狀類似，但葉脈周邊殘留之綠色較缺鐵者明顯。某些蔬菜如蕃茄、甘藍、等缺錳時由則老葉先發生黃化徵狀。

銅—生長受阻，幼葉黃白化、葉片捲曲等。

鋅—莖長度變短，新葉變小、變窄、叢生，葉色灰綠，葉脈間

發生斑黃化等。

2.要素過量產生毒害

導致要素過量的原因有二種；一種是人爲因素，例如施肥過量等。第二種是自然因素，例如特殊的地形、土壤、氣候條件等。下面簡單介紹幾種要素過量產生毒害的徵狀：

氮過量—輕微時枝葉生長過度繁茂，葉色濃綠；嚴重時葉片變小、變厚、變濃綠，生育非常緩慢。

錳過量—蔬菜類作物錳過量常導致全株葉片之葉尖及葉緣黃化、燒焦、捲曲等。

硼過量—蔬菜類作物硼過量與錳過量之徵狀甚爲相似。

鐵過量—鐵過剩之徵狀，最初小棕色斑點出現於下方葉片的尖端及葉肉，漸擴及上部葉片，嚴重時整株葉片呈暗棕色。

(三)由外觀診斷要素障礙之步驟

由外觀診斷要素障礙時，應先注意避免與病蟲害、葯害及其他因子(如缺水)混淆；特別是某些毒素病的症狀，與要素障礙之徵狀甚爲相似，容易導致錯誤的結論。而後，應儘量依循下列之步驟，詳細的調查及謹慎的分析研判，以免作出錯誤的判斷：

1.現地調查

調查時期應儘量配合徵狀的發生時期。例如蔬菜作物缺鐵之黃化，常因高溫時期栽種於鹼性土壤，當高溫條件消失時缺乏徵狀即緩解或消失。故若不能把握正確的調查期，易導致混淆的研判。

2.聽聞徵狀發生的經過：

(1)如係最近才發生，而過去沒有，很可能與病蟲害有關。如發生已久，並且在同一地區普遍發生則可能與要素障礙有關。

(2)若發生多年，但在乾旱之年特別顯著，則有缺硼之可能。如其發生在潮濕之年顯著，則可能與錳過多之毒害有關。

(3)調查農家的施肥管理情形，如發生多年，但只限於部份農田，則可能與農家之肥培管理有關。例如石灰施用過多可能導致硼、鋅缺乏，磷肥施用過多可能導致鋅缺乏，鉀施用過多可能導致鎂缺乏等。

3.土壤及地形調查：土壤如屬鹼性則可能與鋅、鐵、錳等元素缺乏有關，若屬酸性則可能與鎂、鈣、鉬等的缺乏，鐵、錳的過剩有關。另外，土壤剖面形態及排水情形亦應注意；鹼性水田土壤排水不良易缺鉀、 缺鋅，酸性水田土壤排水不良易導致鐵之過剩毒害。

4.徵狀觀察與判斷：應就發生要素障礙植物之葉片、果實等作詳細的觀察及記錄，並與各要素障礙之徵狀圖鑑比對，再作出可能性的判斷。值得注意的是，由外觀症狀診斷要素障礙必須十分謹慎，不可驟下結論。一者不同植物、不同品種間的要素障礙徵狀常有差異，容易發生混淆；再者田間發生的要素障礙常見不是單一元素之障礙，而是多種元素障礙之複合徵狀；因此，很難就外觀即作出肯定性的判斷。

5.植物體及土壤分析

當外觀症狀診斷沒有十分把握時，即應配合進行植物體及土壤之分析。所得分析資料再與上述現地調查之記錄參考比對，作出進一步之確認。若懷疑仍然存在，或者想更進一步在田間進行實地改良，即應進行下列之步驟。

6.盆栽及田間試驗

盆栽試驗乃使用問題土壤以盆栽栽培，使植物要素障礙症狀重現，並依據第 5 項所得之資料，加上若干處理，以觀察其改良效果。盆栽試驗簡易、方便，其結果可作爲田間實地改良之重要參考。但若田間之要素障礙已相當嚴重，需作緊急之補救，亦可參照盆栽之試驗方法，直接進行田間試驗。

(四)本省易發生要素障礙之土壤

植物之發生要素障礙與否，主要由土壤之要素供應狀況決定。而土壤之要素供應情形，主要由三項因素決定；第一是成土因子：例如石灰質土易缺乏鋅、錳、鐵、硼等，紅壤易缺乏鎂、硼、鉬等。第二是土壤酸鹼度值(pH 值)：土壤 pH 值對植物生長之影響很大，而其對營養要素的影響方面主要在要素的有效性。例如根據土壤調查，彰化的粘板岩沖積土含有效錳甚高，而南投的紅壤地區含有效錳甚低；但後者在潮溼之年某些植物易發生錳毒害，前者卻偶有缺錳之情形發

生。此乃由於 pH 值高低對土壤錳之有效性影響極大之故。第三是施肥情形：例如差不多所有土壤，對供應植物氮、磷、鉀等要素的需求均感不足，但由於三要素肥料的普遍施用，一般在田間甚少看見這三種要素的缺乏。下面介紹幾種本省較易發生要素障礙之土壤，以供參考：

鎂缺乏—植物之鎂素缺乏在本省可說甚爲常見，但並非所有鎂素缺乏土壤施用鎂質肥料均能得到有效改良。通常強酸性土壤(例如紅壤)及坡地土壤缺鎂之情形最爲嚴重，但若欲施用之鎂質肥料有顯著之產量回應，一般而言，土壤之交換性鎂須在 50PPM 以下。

鈣缺乏—通常發生在強酸性、鈣含量低的土壤，尤其在高溫的夏季。

硼缺乏—本省東部縱谷的片岩石灰岩混合沖積土、紅壤、彰化及宜蘭的粘板岩沖積土等的土壤有效硼含量較低，當氣候特殊或栽種需硼素較多的植物時，易有缺硼徵狀發生。

鋅缺乏—易缺鋅的土壤，在東部有海濱火山灰質土壤，花蓮之片岩石灰岩混合沖積土已因施用鋅肥得到改善；西部鋅含量較低的土壤爲嘉南、雲林、彰化的砂頁岩及粘板岩沖積土。

鐵缺乏—易發生於石灰質土壤、沿海之鹽分地及 pH 值較高的粘板岩沖積土。

氮過量—土壤之氮過量主要由於施用過量的氮肥所致。梗軟弱，易致倒伏。

錳過量—強酸性、尤其 pH 值低於 4.0 以下之土壤，由於錳的溶解度很高，在潮溼之年易發生錳吸收過量之毒害。

二、蔬菜之合理化肥培管理

何謂合理化肥培管理？簡單地說，就是讓所施用之肥料達成最高效率的生產量的肥培管理方式稱之。但是，要達成這種目標可不容易。首先，得先明瞭栽植土壤（或介質）之理化性質，然後，按所栽種蔬菜作物之特性（長、短期採收，品種差異等），參酌不同生育時期（苗期、營養生長期、生殖生長期等）、氣候（光照強弱、溫濕度高低等）、

栽培方法（設施或露地栽培、灌溉方法等）等因子之影響，以適當比率、適當量之肥料，適時以最佳的施用方法施用。接著，以一套簡單而實用的方法來進行肥力監控也是必須的，當栽培環境（如大量雨水沖淋等）或作物生育條件（如大量採收果實等）發生變化時，可以隨時掌握肥力變化情形，給予適當的肥料補充。

由上述可知，影響肥培管理的因子眾多，並且各因子間通常都環環相扣。只要其中有一個環扣鬆掉了，就有可能讓整個作物生產遭受到嚴重的負面影響。因此，在栽種作物之前，先擬定一套完整的施肥計畫是必須的。唯有針對現場實際的需求，將肥料的種類、施用量、施用法進行適當的調整，才能真正達成合理化之肥培管理。以下將對影響肥培管理的重要因子作進一步的介紹：

(一)栽培基質

無論栽培基質為土壤或其他介質（如泥炭土、岩綿、水等），其物理（如質地、團粒結構、孔隙度等）及化學（如酸鹼度、有機質、要素含量等）性質均與肥培管理息息相關。在擬定肥培管理流程時，基質之理化性質常被列為最優先考量之因子。下面簡單列舉幾個較典型的基質理化性質影響肥培管理事例，以供參考：

1. 在粗質地土壤（如砂質土、石礫地等）栽種作物，由於土壤之保水保肥力均弱，施肥方式宜採用少量多施；若一次施用多量的肥料，不僅易造成肥傷，且肥料也易大量流失。
2. 坋質粒含量高、團粒結構不佳之土壤容易在大雨襲打或高水位淹灌後，土壤表層結成一層硬皮。當結皮現象發生時，施於土表的肥料就不易為作物所吸收，根系也易因通氣不良而生育不佳。因此，在作物栽種前，即宜預作處理；或在土表覆蓋一層有機質（如稻草、蔗粕等）以防大雨直接沖擊；或加入大量有機質與土壤混拌，以改善土粒之團聚性；或採窄畦、低水位淹灌之方式；皆有助於防止土壤結皮現象之發生。
3. 部份地區土壤中要素含量不均衡，易引起栽種作物之要素缺乏或過剩毒害。例如在強酸性紅壤易發生缺鎂及錳毒害；在石灰黏板岩沖積土（如濁水溪流域）因土壤 pH 值高，易發生鐵、錳、鋅、硼等元

素之缺乏。栽種作物前，即應預作防備。

4.採用無土養液栽培作物時，其介質不同，則供液方式及養液之要素組成亦應不同。例如以椰子殼、蛇木屑等栽種作物，由於介質質地粗，給液宜以噴灌方式；若以泥炭土、岩綿等爲介質，則可以選用滴灌或噴灌。若以泥炭土栽植作物，由於介質錳鐵比過高，初期應多供給鐵而少給錳，以防缺鐵現象發生。若以岩綿爲介質，由於介質 pH 值高，栽植初期應多供給鐵、錳以防缺乏。

(二)生育特性

蔬菜作物的種類繁多，其生育特性也不盡相同，肥培管理自應針對不同之生育特性作必要之調整。以下將針對幾種重要的生育特性及其肥培管理之重點作簡單之介紹：

1.生育時期：簡單分爲苗期、營養生長期、生殖生長期(蔬果作物等)。苗期栽培僅須少量肥料，肥料過量易致生育不良或肥傷。營養生長期當以較高比率之氮肥爲主，以生產足量的枝條及葉面積。生殖生長期則應適度將氮肥降低，提高鉀肥，因此時若氮素過多，枝葉繁茂將對果實不利。

2.採收期區別：蔬菜作物若依採收期長短，可區分爲短期及長期作物。短期作物如葉菜類等，其採收期常集中在一小段時間內；長期作物如果菜類等，其採收期可維持數月以上。短期作物之肥培管理著重於基肥之使用，追肥只用於輔助不足。長期作物因須長期維持植株之生育旺盛，而基肥僅能維持一段時間，因此追肥之使用技術相當重要。由於經年採收，其氣候因子變化較大，肥培管理也須要相應調整，此點在第（三）項中將再作說明。

3.品種：不同品種常須搭配不同之肥培管理。以番茄爲例，大粒種之農友 301 系列、亞蔬系列（四、五號）及小粒種聖女，在高溫條件下栽培，其因缺鈣造成尻腐病之嚴重程度依序爲：農友 301、亞蔬、聖女。因此，在鈣素之管理上亦須有所區別。

(三)氣候因子

氣候因子對作物的影響是相當鉅大的，蔬菜作物自然也不例外。除了生理方面的影響，在營養上，氣候因子也扮演著相當重要的角色。

氣候對作物的影響一般主要的因子爲光照、溫度，露地栽培者尚有雨量等。光照及溫度影響作物對營養要素的吸收及利用率，水分（如雨水，灌溉水等）使加入的肥料溶解，如此才能爲作物的根系吸收及利用。

一般說來，高溫高光照的條件下，氮素的吸收及利用特別的快，因此作物常呈現新生枝葉繁茂的景象；此時，可能導致巨量元素如鈣的缺乏（鈣素在高溫、通氣不良的條件下，吸收率降低）及鉀的潛在性缺乏（鉀量不充足時，在艷陽下易致全株葉片軟垂），或微量元素如鐵的缺乏。而在低溫低光照時，作物的生育速度緩慢，此時，應提供較高濃度的氮肥及磷肥（磷素在低溫時，被吸收率大幅降低），以促進作物的生長。

水分是作物生長所不可或缺的要素。正常說來，只要溶氧量充足，水分愈多，作物生育愈旺盛。在營養上，水分是營養要素（肥料）溶解的必要溶劑，只有溶於水的營養要素才能爲作物吸收利用。在設施栽培中，水分常可藉由所設置的管路供應；但在粗放的露地栽培中，水分常由灌溉溝渠或雨水提供。值得注意的是，雨水提供的水分量由於難以掌控，常易發生肥料大量流失的現象，是故，如何預防及補救亦爲肥培管理的重要項目之一。

(四)肥料之選擇

肥料的種類可說五花八門。以種類區分，有化學肥料、有機肥料、微生物肥料；以性質區分，有單質肥料、複合肥料、綜合性肥料；以釋放速率區分，有速效性肥料、緩效性肥料。在眾多肥料種類裏，應該挑選何種肥料施用？何種肥料最能達成高產、高品質的目的？在抉擇肥料的種類之前，下列三個原則是必須先明瞭的：

1. 已知作物生長所必需的營養要素有巨量要素：氮、磷、鉀、鈣、鎂、矽，微量元素鐵、錳、銅、鋅、鉬、硼，及碳、氫、氧（可由空氣及水中取得）。肥料之使用（不論選用任何種類、性質之肥料），其主要目地均在適時、適量地補充作物所不足的營養要素。
2. 除了少數含有毒害物質（如有害重金屬、酚酸等）之肥料外，肥料無所謂優劣，只有各具不同性質之差異而已。例如，化學肥料要素

成份含量高、速效，不當使用易致肥傷。有機肥料含有廣泛之營養要素，緩效，在部份問題土壤中多施且可改良理化性，但肥效低且難以精確掌控要素比率。

3. 肥料之選擇，務須考量所栽種作物之生育特性、栽種基質之理化性及氣候因子之影響。在作物生育特性方面，例如栽培短期內採收的葉菜，選用有機肥或化學肥均能達成效益；若栽培長期採收的茄子，則速效性追肥的選用即顯得重要。在栽種基質之理化性方面，如栽種基質爲極粗（如砂土、石礫地等）或極細（如重黏土）質地之土壤，多施用有機質肥料以改善理化性質實爲良策。在氣候因子之影響方面，例如在高溫高陽的季節栽種作物，氮素易致過剩，若選用一般有機質肥料，宜添加鉀肥含量高的化學肥或有機肥。

考量上述三項原則後，再依肥料之價格，及個人現有的設備與操作習慣，即可選出適合於個人使用之肥料。

(五)肥力監控

爲了讓所栽培作物能達成高產、高品質之目的，恆定地維持基質中適當的要素比率及要素量（即最佳肥力）是必須的。然則，肥力如何監控呢？一般說來，最精確的肥力監控方式爲，定期（且爲短期，須能顧及生育過程中的變因）採取基質及植體樣本，進行要素分析，如此即可精確地測知基質及植體中之要素比率及含量。可惜的是，要素分析常須昂貴的儀器及需耗去相當多的時間、人力，因此此法常礙滯難行。依據筆者多年的田間經驗，應用簡單的 EC（電導度）測定法似爲一較可行之肥力監控法。由於基質的 EC 測定容易（僅須取一份基質，加入五份純水攪拌後即可由電導度計測定），而經由電導度值即可粗略得知基質中之要素總量。但此等肥力監控法須特別注意二項原則；第一：得先建立 EC 值與肥力之關係式，如基質 EC 值爲某數值時，氮、磷、鉀等要素之濃度爲若何，升高或降低時，各要素之濃度又變化若何，如此，吾人即可直接由基質之 EC 值來判斷要素之總量，並定出適當肥力之 EC 值範圍。第二：由於基質之 EC 值僅表示基質中要素之總量，並無法表示各要素之比率；因此，當所使用的肥料多樣化（不同肥料之要素比率不同）時，或栽培環境有變動（如大雨使基質中之

氮肥大量釋出）時，即使其 EC 值相同，由於要素比率不同，應有不同的肥力意義界定。

不同有機資材之特性及在蔬菜園施用技術

林毓雯　王鍾和

行政院農業委員會農業試驗所農業化學系

前　　言

自人類歷史進入農耕時代以來，有機資材在田間的使用即非常普遍。尤其在早期化學肥料尚未普及以前，環境中所能取得的有機資材，就是肥田的唯一物料，諸如作物殘體、動物糞尿等都是廣爲使用的資材。化學肥料價格便宜以後，因爲肥效迅速、體積小、施用方便，因此有機資材的使用被大量取代。一直到最近，由於環保意識抬頭，廢棄物的處理受到重視，再加上化學肥料長期不當施用後，常造成部分養分的累積及微量要素的缺乏等土壤劣化的現象，有機資材的使用又再度受到重視，在各種作物栽培上廣爲應用。

蔬菜作物富含纖維、維生素，是國人佐餐的重要食品，尤其經濟發展之後，國人飲食普遍熱量、油脂過高，蔬菜作物甚至成爲減肥者的主食，蔬菜的產量及品質日益受重視。由於有機資材大多具有體積澎鬆、富含有機成分的特性，施用到田間可改善土壤物理性、化學性或生物性，進而促進作物的生長，因此廣爲應用在蔬菜園。大部分蔬菜作物由於生長期較短（尤其是葉菜類），具有在短時間內吸收大量養分及水分的生理特性，因此蔬菜田有機資材的使用，必須考慮資材本身的特性，並充分配合作物的生理需求，方可達到增加收益、提高品質、減少環境污染的目的。

一、有機資材的特性

有機資材普遍具有體積澎鬆、富含有機成分的特性，肥分則因

資材的成分而異。目前本省農民使用在田間的有機資材種類，包括市售有機質肥料、作物殘株、綠肥、糞尿、自製的堆廄肥等。而根據肥料品目及規格表，把有機質肥料類分爲植物渣粕肥料、副產植物質肥料、魚廢物加工肥料、動物廢渣肥料、副產動物質肥料、乾燥菌體肥料、氮質海鳥糞肥料、禽畜糞加工肥料、禽畜糞堆肥、垃圾堆肥、雜項堆肥、混合有機質肥料、雜項有機質肥料、雜項有機液肥及等品目，因此施用到田間的有機資材種類之多可見一斑。要確實掌握有機資材的施用技術，有必要對資材的成分、分解特性作詳細的了解。

1.有機資材的成分

由於有機資材的種類繁多，因此成分差異很大。以肥料成分中的氮素含量多寡而言，依序爲污泥、油粕類、禽畜糞及禽畜糞堆肥，作物殘株則一般含氮量較低；磷鉀含量則以禽畜糞及禽畜糞堆肥較高，其中尤以家禽糞尿含量最多，而作物殘體含量較低。若以有機資材乾物部分的組成而言，作物殘株含有較高的粗澱粉、纖維素、木質素等碳水化合物，禽畜糞及禽畜糞堆肥則含有較高的灰分（表一）。

表一、常見有機材料之成份

	全碳	全氮	C/N	灰份	粗澱粉	纖維素	木質素	粗蛋白
污泥	44.2	7.0	6.3	14.9	11.6	7.5	13.6	43.6
發酵牛糞	25.8	2.7	9.5	51.4	4.1	5.2	25.1	17.0
完熟堆肥	27.1	2.5	10.9	45.1	6.7	6.8	21.3	15.6
乾燥牛糞	30.9	2.0	15.5	39.8	10.9	15.9	17.3	12.4
中熟堆肥	31.4	2.0	16.1	37.7	7.9	13.4	25.4	12.2
樹皮堆肥	37.6	2.0	189.3	33.2	4.9	12.2	36.7	12.2
未熟堆肥	33.4	1.6	20.9	26.9	11.1	29.6	18.8	10.0
木屑堆肥	42.2	1.9	22.0	16.2	7.8	30.4	30.3	12.0
發酵製紙渣	31.0	1.1	28.5	43.3	4.2	15.7	24.2	6.8
水稻根	41.1	0.9	45.9	15.5	22.8	31.8	17.1	5.6
稻桿碎片	39.1	0.7	59.3					
稻桿粉末	39.1	0.7	60.2	12.8	25.0	37.0	11.2	4.1
稻谷殼	40.1	0.5	74.1	18.6	16.3	41.9	20.6	3.4
小麥桿	42.2	0.3	126	10.9	21.6	48.2	15.5	2.1
製紙渣	40.6	0.3	140	18.1	6.8	55.2	15.3	1.8
鋸木屑	50.4	0.2	242	1.3	10.9	48.2	30.5	1.3
試藥木質素	66.5	0.1	923					

（資料來源：洪，1995）

2.有機資材之分解

有機資材添加到土壤中以後，由於其含有微生物所需的營養，微生物繁殖時會從有機資材中取得養分，其中以碳素及氮素最為重要，除了用來合成微生物體之外，另一方面是供應新陳代謝所需的能量。因此，有機資材的成分會隨著微生物的活動而分解，分解的過程中有機成分漸漸減少、體積變小、氮素及無機養分的百分率增加。影響分解的因子包括資材本身的成分及其他環境因子如：溫度、水分、空氣、無機養分等。

針對不同資材的分解特性，學者已經進行許多研究，大致可分為難分解型與易分解型兩種：難分解型一般是以稻殼、樹皮、木屑、作物殘株等含豐富纖維質的資材堆製腐熟而成之有機質肥料，氮、磷、鉀三要素含量較少；易分解型一般以氮、磷、鉀三要素含量高的禽畜糞、動物性廢棄物、油粕類等資材腐熟而成之有機質肥料，含纖維質較少，其所含養分在土壤中分解釋放較快。糞尿類肥料中又以新鮮糞尿比堆肥化過的易於分解，家畜糞中則以雞糞的分解最快，其次依序為豬糞、肉牛糞、綿羊糞、乳牛糞。至於作物殘株的分解方面，一般豆科作物的分解比非豆科作物快，分解速率依序為三葉草＞花生＞大豆＞燕麥＞高粱＞小麥＞玉米。

若對資材的成分加以分析，可發現氮素礦化特性與資材本身的碳氮比有相當大的關聯。由於微生物需要從資材中獲取碳及氮源以合成體質，且其體質本身的碳及氮有一定比例，因此資材的氮素含量及碳氮比，常左右資材分解過程可否有多餘的氮素釋出，一般氮素越高及碳氮比越低者氮素越易礦化。

3.有機資材的功用

(1)改善土壤物理性

由於有機資材質地酥鬆、表面積大、顏色深等特性，因此可增加及穩定土壤團粒，改善土壤構造，增進土壤通氣性及保水力，有助於根之穿透，使植物生長良好，且減少土壤沖蝕。同時也可促進土壤吸收熱能，增加土壤溫度。

(2)改善土壤化學性

有機資材中含有植物所需養分，如氮、磷、鉀、鈣、鎂等，分解後可供植物吸收，且分解所產生的有機酸等，可溶解及吸附被土壤礦物固定的無機營養元素，增加其有效性、提高土壤的保肥能力。另外有機資材中也含有植物生長的活性物質，如維他命及荷爾蒙等，可促進植物生長。

(3)改變土壤微生物相

有機資材富含微生物生長所需的養分，因此可使土壤微生物相多樣化，微生物活性增加，減少病原菌生長。

二、蔬菜的養分及土壤環境需求

1.養分需求

大部分蔬菜作物由於生長期較短，具有在短時間內吸收大量養分及水分的生理特性。尤其葉菜類蔬菜之生育期更短，除了初期生長較緩，養分吸收較少外，隨後即快速的生長及吸收養分至收穫爲止。根菜類蔬菜由於生長中後期根部肥大時，原地上部植株所含之營養要素可再轉移至收穫部位，因此除了生育初、中期對三要素肥料的需求外，生育中、後期更需有充分之磷、鉀吸收促進根部肥大，葉菜類蔬菜之結球菜類亦是類似情形。果菜類蔬菜由於開花後有一段時間是營養生長及生殖生長同時進行，因此除了生育初期對三要素的需求，生長中、後期的養分供給亦相當重要，尤其是與開花結果有密切相關之磷、鉀肥之施用。豆類蔬菜如接種根瘤菌時，因有固氮之功能，故氮素肥料量可減少，以利發揮固氮的功能。

2.土壤環境需求

(1)土壤質地

蔬菜作物要在短期間內吸收大量養分，必須要有強健的根系。如果土壤質地太密實，除了穿透不易外，也會造成排水及通氣不良，影響根的呼吸，使得根系發育不良，進而阻

凝養分及水分的吸收。相反地，太粗鬆的土壤除了支持力較差易造成作物倒伏外，保水及保肥的能力也不足，栽培上易造成水分及肥料的浪費。因此，一般而言蔬菜需要栽種在中質地的土壤爲佳。

(2)土壤酸鹼度

土壤酸鹼度本身對作物生長的影響並不大，但由土壤酸鹼度所引起的養分有效性、微生物相等性質的改變，對作物的影響則很大。例如在酸性土壤中，鉬的溶解度很低，所以容易有缺鉬的現象，而鐵、鋁、錳的溶解度大，常有鐵、鋁、錳的毒害發生；在鹼性環境中則容易有鐵、錳的缺乏。因此，要維持適當養分有效性的酸鹼度應在 pH6.5 左右。至於土壤微生物相，一般有益微生物適合的生長環境多爲中性環境，所以要維持好的土壤微生物相，酸鹼度也應維持在中性範圍。而一般蔬菜作物適宜的酸鹼值也都在中性範圍（表二）。

表二　蔬菜作物最適 pH 值範圍

蔬菜	PH
蘆筍	6.0-8.0
食用甜菜	6.0-7.5
硬花甘藍	6.0-7.0
甘藍	6.0-7.5
紅蘿蔔	5.5-7.0
花椰菜	5.5-7.5
芹菜	5.8-7.0
黃瓜	5.5-7.0
萵苣	6.0-7.0
哈密瓜	6.0-7.0
洋蔥	5.8-7.0

（資料節錄自：陳，1982）

(3)土壤鹽分

土壤鹽分過高時容易造成高滲透壓，根部吸收水分不易。某些鹽分過高，也會使營養元素不平衡，產生拮抗作用，造成其他養分缺乏。過量鹽分累積在土壤表面，佔據土壤孔隙，不利水分及空氣進入土壤內部，尤其鈉鹽過高時土壤膠體成分散狀態，除了通氣性變差，耕作也困難，不利於根部生長。蔬菜作物在短期間內即需吸收大量水分及養分，一旦根部生長受阻，整個作物的生長必定不良，所以蔬菜一般不耐鹽分。

三、蔬菜園有機資材施用技術

1.資材的選擇

施用有機資材的目的各不相同，有爲了增進土壤肥力，也有爲了改善土壤物理性、生物性等，因此，要先對不同有機資材的成分及分解礦化特性加以了解，再配合田間實際需求加以選擇。一般若爲了增加土壤肥力，則應選用含肥料成分高者，如：乾燥禽畜糞、禽畜糞堆肥、綠肥、油粕等易分解的資材；若是爲了改善土壤通氣、排水等物理性，則應選用含肥分少、疏鬆的資材，如：蔗渣、泥炭、樹皮堆肥等；如果是爲了改善土壤的微生物相，則可視需求選用各種添加微生物菌體的有機資材，諸如添加固氮菌、溶磷菌、菌根菌等有機資材。

2.施用量

有機資材的肥效主要決定於氮素的釋出量，不同資材氮素的釋放特性不同，因此對於施用量的決定要謹慎，並非所有資材都有同樣的肥效。一般豬糞堆肥肥效的估算，是以所含總氮素的二分之一爲可釋出氮量，牛糞堆肥氮素釋出較少，故可以總氮的三分之一來估算。泥炭等資材由於含氮量低，一般多用來改善土壤物理性，可不必考慮其肥分，但施用量大時，也要把化學氮肥的量減少。

另外，有機資材一般作爲基肥一次施用，且部分有機資材在製成的過程會添加或產生相當量的無機氮素，因此除了考慮其總氮量外，對於無機氮素的量也必須留意，以免一次太多無機氮素造成對種子及幼小植株的傷害。

3.施用方法

(1)基肥:基肥通常都於種植前施下，葉菜類採全面撒施，瓜果類或根菜及結球菜類可以按一定距離條施，以耕耘機或培土機作畦後種植，或於作畦後在畦中央開溝施下，有機肥覆土後種植於畦兩邊。大型瓜果類蔬菜穴施混土之效果佳。

(2)追肥:短期性作物多數使用基肥即足夠其全期生長之需要，但一些長期性作物，如胡瓜、菜豆、蕃茄、南瓜、蘿蔔等，或者栽培有機蔬菜亦有施用有機質肥料爲追肥，追肥使用量視作物種類和生長時期而不同，採取撒施施在地面距離蔬菜基部約 10cm 左右。如果使用含氮較高之油粕類有機資材或油粕液肥則可獲得較快效果。

4.施用注意事項

(1)作物的每一生長時期對養分之需求量不同，故理想的施肥方法要能配合作物的生長時期，適時適量的施用肥料。有機質肥料施於土壤中需經過分解過程始可釋出作物所需養分，即使是充分腐熟的堆肥，也不能克服適時適量供應作物足量的養分之困難。故有機質肥料的施用若能配合適量化學肥料，更符合經濟效益。

(2)未經腐熟的有機資材施用之後，必須經過分解才能釋出有效養分，且在分解過程會釋出對作物根系有害物質（如有機酸），因此有必要提前施用，使經過部分分解後再種作物，以免造成對作物的傷害或是初期養分不足的現象。

(3)有機質肥料不能與石灰資材混合一起施用，以免所含之氮素在鹼性環境中，以氨氣型態揮散。其次，排水不良的土壤應避免一次施用多量有機質肥料，造成土壤在嫌氣狀態下，引起作物根部的傷害。

(4)有機資材必須經過分解才能釋出養分，假如每年添加到土壤中資材的量超過被分解的量，久而久之會造成有機質及養分的蓄積，影響耕地及地下水的品質，因此施用時不能只考慮單作的需要量，應該把前作的殘留量也一併計算。其次，有機資材的施用量一般均以氮素含量來推估，但許多資材中含有相當量的磷鉀（如禽畜糞堆肥），磷鉀移動性不如氮素大，長期施用也會造成養分失衡，所以使用此類資材時，有必要搭配適當化學氮肥或高氮素有機資材一起使用。

(5)市售有機質肥料由於部分原料來源含有重金屬，如禽畜糞中通常含有來自飼料添加物中的銅、鋅。重金屬在土壤中的移動性很低，長期施用會造成重金屬的累積。因此在資材的選用上最好能以不同原料者互相搭配（如作物殘體、禽畜糞、豆科綠肥），以減低對環境的衝擊。

設施蔬菜栽培環境之維護

陳琦玲　張瑞明

行政院農業委員會農業試驗所農化系

摘要

所謂「設施園藝」是利用設施，改善園藝作物之生長條件，包括光照、溫度、水分、二氧化碳、氧氣、土壤介質等，提供最適宜之生長環境，以達經濟生產之目的。但由於台灣之氣候條件及人爲操作不當，仍會影響設施栽培的環境，進而影響蔬菜生產。本文就設施中可能發生的幾項環境問題提出討論，如夏季設施內溫度過高、土壤鹽化與重金屬累積等問題，並提出應注意之管理方式。另亦提出氮肥過量施用對人體健康與環境之衝擊。

前言

設施園藝發達的國家，如荷蘭、日本等，均位處高緯度地區，冬季長且天氣嚴寒，作物生長緩慢，須利用設施保溫，方可促進生產。而台灣位處亞熱帶地區，週年氣候溫和，適宜作物生長，尤其冬季若無寒流來襲，園藝作物生長良好，產量多且品質佳，常有供過於求的現象發生，所以，台灣對於設施園藝的需求，就不如高緯度地區迫切(郭，1988)。

但由於台灣四面環海，受海洋氣流影響，雨量充沛而集中，每年5 月即進入梅雨季，夏季又因高溫多濕，病蟲害嚴重，加以夏、秋兩季颱風、豪雨頻仍；冬季若遇冷氣團南下影響，氣溫驟降，凡此均不利於園藝作物生長，甚或造成農業災害。爲減低風災與水災損失，故有設施栽培的需求。而在台灣利用設施栽培蔬菜，最主要的目的，在

於穩定夏季蔬菜生產，而且在冬季，可調節產期，遇寒流來襲時，亦可收保溫效果(林，1992)。但目前國內設施蔬菜大都是簡易實用型設施，其主要功能在防雨，對於颱風仍無法克服。

目前台灣常有的設施蔬菜栽培方式，有矮遂道式塑膠棚、網室與塑膠布網溫室，約佔蔬菜栽培面積的 % 。根據調查，這些設施的淨收益大都較露天栽培者爲高。塑膠布溫網室約二年餘可回收資本，網室不到一年即可回收(林，1992)，因此有足夠成本的農民，即會嘗試設施栽培。

設施蔬菜栽培環境之維護

所謂「設施園藝」是利用設施，改善園藝作物之生長條件，包括光照、溫度、水分、二氧化碳、氧氣、土壤介質等，提供最適宜之生長環境，以達經濟生產之目的。但由於台灣之氣候條件及人爲操作不當，仍會影響設施栽培的環境，進而影響蔬菜生產，以下針對幾點常見問題提出討論:

(1) 設施內溫度之控制

溫室內之光強度與葉片光合成產物有極密切的關係，一般露天栽培在 30,000LUX 的強光下，對光合成有效臨界高溫爲 30～35℃，溫室內受到覆蓋物遮光下，光飽和點爲 18,000～13,000LUX，其光合成有效臨界高溫爲 25～30℃，超過此溫度，則光合成能力減弱(林，1992b)，而夏季設施內溫度常在 40℃ 以上，足見維持溫室內適當溫度之重要性，通常在溫室加裝送風設備，即可達降溫之效果。網室則可選擇防止積熱之不織布作爲覆蓋資材，以降低網室內之溫度。夏季設施內亦可選擇適合夏季栽培之菜種及耐高溫之品種，莧菜、空心菜、小白菜、萵苣都適合夏季生長，惟萵苣種子有熱休眠之特性，播種至萌芽之溫度超過 35℃種子即進入休眠狀態，應先將種子浸水 12 小時後播種，可以克服 (宋，1997a)。

根據調查，目前溫室所使用之 PE 塑膠布，於冬季期間之光合度約爲室外的 2／3；若爲防止溫室內積熱而用不織布覆蓋，其光度僅爲

室外之 1／3。此在冬季短日條件下，更顯日照量不足(林，1992b)。

(2)避免害蟲入侵

設施內爲較沒有競爭者的環境，若管理不慎讓害蟲進入， 則在沒有競爭的情形下生長， 將會無限制擴大族群數 。設施可以 16 目紗網覆蓋防止昆蟲進 入，並隨時注意紗網密閉性，減少害蟲進入之機會。播種前種子應經消毒或預措並避免連作，以減少寄主，降低害蟲爲害之機會 (宋，1997a)。

(3)降低設施蔬菜栽培設施內鹽分累積

本省西部地區土壤，電導度在 4 mS/cm 的耕地面積，約有 30000 公頃(王，1978)，主因是地下水過高，海風攜入鹽分與長期乾旱所致。另外，由於工廠排水混入灌水道中，使本省現在灌溉水質鹽分常出現高於 700μS/cm 之標準，不是如 50 年間大都維持在 300μS/cm 左右，應留意土壤的鹽化問題。除了前述自然因素與工業的污染外，施肥也可能造成鹽分的累積。特別是設施栽培土的鹽分累積問題，此乃因台灣地區設施蔬菜栽培爲求縮短生產時間和提高產量，往往 超量施用化學肥料，加上設施內之土壤缺少雨水淋洗，致使土壤中氮、鹽基 （鉀、鈣、鎂、鈉）及磷等累積，這種養分過剩現象，將會破壞土壤中微生物相和造 成作物生理障害，致使蔬菜生育受阻，產量降低，品質欠佳。根據(陳，1995)調查設施栽培土壤鹽化情形如表 1、2 所示。顯示設施栽培，土壤鹽化程度較一般栽培爲烈，同時隨栽培時間之增加而加深鹽化現象。

無論化學肥料或有機肥料的施用都有可能造成鹽分的累積，應注意合理化施肥。可參考農林廳、各改良場亦共同編製作物施肥手冊。此外，在農委會與農林廳的經費補助下，農試所與各區改良場都有土壤與植體營養診斷分析服務(陳與連，1989)，農民可自行採樣或請改良場、農會服務人員指導採取適當的土壤與葉片樣品，寄至分析中心，做肥力及營養診斷，以得到適宜的土壤管理方式及合理化的肥培管理推薦，再配合現場的複查，施用肥料，可增加作物對所施肥的利用率，並避免肥料的浪費或鹽分累積及對環境造成污染。

埋設水管除洗設施內土壤鹽分，也是可行的方式，可在設施栽培

土壤內用 PDC 4 英吋粗的黑網管並以不織布包住，然後挖溝，在深度 60 公分埋設，灌排水之方法，利用設施栽培空閒期灌水，淹滿後再排水，重複 2 ～ 3 次灌排水即 可 (宋，1997b)。客土、換土或種植耐鹽作物，亦可解決已有鹽分累積之土壤。

(4)防範氮肥污染環境

依據日本拔川與小室 (1998)之評估，相對於其他產業，農業經營對環境更具有公益機能，但若處理不當，仍會對環境造成衝擊。依其對不同土地利用經營之環境影響評估，認爲水田不會如旱田有硝酸態氮之淋洗。此乃由於水田土壤可以湛水的性質(非如旱田易滲)及還原狀態下土壤表層氧化產生的 NO_3，易還原脫氮的特性，使 NO_3-N 之淋洗量少。徐等(1968)的水田滲漏水分析，亦顯示氮淋洗量所佔的百分比顯著小於經脫氮或氨揮散的損失。而旱作則會有較多的硝酸態氮淋洗。根據旱田試驗結果(連等，1996)顯示，尿素在學甲土壤(石灰性砂頁岩沖積土、坋質壤土)中隨著淹施水量的增加，往下之移動甚爲明顯，當水量增至 100 ㎜時，甚至將 0-5 ㎝表層原有之無機態氮淋至下層土壤，並且其尿素氮亦已迅速轉化爲銨態氮，並由銨態氮迅速轉化爲硝酸態氮，而有下滲 60-80 層跡象，在淹施 2 天後，其所施尿素氮量回收率，只有施氮量之 38%，恐有污染地下水之嫌(表 3)。

蔬菜園則因高施肥量及灌水管理，其無機態氮淋洗情形更甚於其他旱作。西螺蔬菜園採收後土壤剖面之硝酸態氮濃度明顯高於鄰近水田者(連與王，1997)。所施用三要素肥料被蔬菜吸收之比例甚低，分別僅爲氮素 11.0%，磷酐 1.7%，氧化鉀 15.1%，此亦証實施用之肥料流失量甚大。蔬菜與花卉專業區常密集且大量施用肥料，西螺蔬菜專業區之施肥量，一年三要素每公頃用量幾近十噸，換算成肥料，則用量更爲驚人，因而導致土壤累積多量的肥料鹽，使植體吸收累積多量硝酸態氮，同時淋洗污染地下水源(吳，1997)。根據農試所全省蔬菜園專業區的地下水監測調查，發現南部某些地區之地下水硝酸態含量明顯偏高，其原因應是肥料之大量施用。

硝態氮(NO_3-N)通過土壤進入地下水系統，影響飲用水水質之發現已有半世紀的歷史(Campell et al., 1954)。飲用水中硝酸根導致藍嬰症

(blue baby syndrome，學名 methemoglobinemia)之濃度，在人類尤低於家畜(45mg/l vs. 200mg/l)(Lal and Stewart. 1994)，硝酸根與胺(amine)或醯胺(amide)結合而成亞硝胺(nitrosamine)及亞硝醯胺(nitrosamide)類化合物，其中 80%經證明有致癌性(OECD, 1986)。地下水之氮素污染源，主要來自放牧動物排泄物或氮素肥料的使用管理不當。依據林等(1999)屏東地區地下水之分析結果，發現部分地區之無機態氮與銨態氮濃度，已超過飲用水標準，是畜牧業或施肥引起，值得探究。

美國國科會（US National Academy of Science）報導指出，每人每天由食用食物而來的硝酸態氮量爲 72.6 毫克，其中 89.5%來自蔬菜類，6.1%來自水果，1.7%來自穀類（Walters,1991）另有學者指出每人每天由食用食物而來的硝酸態氮量爲 61 毫克，其中 75%來自蔬菜類（Walters,1991）。飲水中若含有 10mg NO_3--N/L，以成人每天喝水 2 公升計算，則每人每天由飲水而來的硝酸態氮有 20 毫克。多數葉菜是喜好硝酸態氮的作物，如果大量施肥將導致植體累積大量硝酸態氮（Kowl and Barker，1981）。植物硝酸態氮累積量的多寡依作物種類或品種而異（Write and Davison,1964；Kowl and Barker,1981），而同一品種累積量則又受環境因子，肥料管理，以及栽培方法所左右（Maynard et al,1976）。因此，蔬菜與飲水提供我們大部份的硝酸鹽，我們不得不加以防範。

植物種類不同，對硝酸鹽的累積亦大異其趣(表五)，芹菜、萵苣等喜好硝酸鹽態氮的植物，其植物體硝酸鹽含量可達 2500mg NO_3-/kg.鮮重以上，如果我們食用該高硝酸鹽含量的蔬菜 200 公克(我國每年每人平均蔬菜攝食量 122 公斤，相當於每人每天 334 公克)，所吸收的硝酸鹽便以達 500mg 以上，遠遠超過了美國每人每天的食用量(72.6mg NO_3-N)。植物幼株之植體硝酸鹽含量低於成株，此因幼株吸收較多銨態氮(Swaider，1986)，以及硝酸還原酵素活性隨植齡的增加而降低之故(Marschner，1986)。

肥料過量的施用，若超過農田所能涵容時，除了過多的氮肥隨雨水或灌溉水而進入地下水，造成飲用水質變劣，氮肥經脫氮作用形成溫室氣體釋入大氣中，導致溫室效應與氣候變遷；過多的營養素流入

環境中，亦會造成水體的優養化，這些後果對於我們的未來及後代子孫的生存都相當的不利。此外，過多的硝 酸態氮可能被蔬菜吸收，不利於人體健康。此顯示適宜的土壤管理方式及合理化 的肥培管理的重要性。

(4)防範有機肥中重金屬污染

農業廢棄物可再循環利用，如製成堆肥回歸土壤，除了增進農田土壤生產力，亦解決環境污染問題。但是有機肥料不當管理與施用，仍會對環境衛生、農作物造成傷害或造成二次污染，故使用上仍需留意。首先可參考農政單位之推廣手冊等，按著有機質的分解速度，估算合理的施用量，以避免過量氮素釋出。並且注意堆肥的處置與儲存，以避免二次污染。此外，要注意堆肥中重金屬在農田的累積問題。堆肥中含有重金屬，主要是飼料中銅、鋅之添加，以及在堆肥製作過程中皮革粉之添加。設施內缺少雨水淋洗，重金屬將累積於表土中，更需注意重金屬毒害問題。下節中將討論防範重金屬污染之有機肥最大承載量評估。

防範重金屬污染之有機肥最大承載量評估

根據分析，台灣禽畜堆肥以銅、鋅、鉻、鎳含量較高。這些高含量之銅、鋅、鉻、鎳之來源主要爲飼料中銅、鋅之添加，以及在堆肥製作過程中皮革粉之添加(添加鉻酸、鎳酸來搓揉皮革，其鉻、鎳含量分別佔皮革粉中之 5.4%與 0.03%)之故。依黃與戴(1995)所述旗山試區有機農耕法玉米總穗收穫量爲 10.6 公噸，換算銅移走量爲 37 克，而鋅移走量爲 107 克，此量僅爲施入量之 3%，故造成土壤中 0.1N 鹽酸萃取銅、鋅量逐年增加。此外，根據無數的實驗室與田間試驗指出，大部份之重金屬要污染地下水是不可能的，除非在很砂質地的土壤及淺層的地下水條件下。因此，堆肥中重金屬在農田表土的累積問題要注意。

爲防範重金屬污染所估算之有機肥最大承載量評估，可依陳(1995)之估算方法。假設土壤中重金屬之最大可承載濃度(Maximum Loading

Concentration, MLC)之估算爲土壤中重金屬之管制值與背景值間之差，可用下式表示：

最大可承載濃度＝管制值濃度－背景值濃度---------------------------(1)

土壤重金屬含量之背景值通常是一個含量範圍值，爲計算方便起見，現以背景值之平均值爲基準，來估算最大可承載濃度，其結果如表 4 所示。如依王等(1994a)，其最大可承載濃度分別爲 As11.1 mg/kg，Cd1.2 mg/kg，Cr157 mg/kg，Cu128 mg/kg，Hg0.8 mg/kg，Ni78 mg/kg，Pb60mg/kg 與 Zn110 mg/kg。依此結果，可計算在 1 公頃範圍內表土 20 公分土壤中(假設容積比重爲 1.2 Mg/m^3)，可添加之最大承載重量(Maximum Loading Capacity, MLC, kg/ha)應爲 As26.6 kg/ha，Cd2.9 kg/ha，Cr377 kg/ha，Cu307 kg/ha ，Hg1.9 kg/ha，Ni187 kg/ha，Pb144 kg/ha 與 Zn264 kg/ha。

依據表 4 中之最大可承載量(MLC)之推估，再依據堆肥中重金屬之濃度，即可很容易計算出最大堆肥施用量，其計算式如下：

$$\text{最大堆肥施用量(tons/ha)} = \frac{\text{堆肥中重金屬濃度(mg/kg)}}{\text{堆肥中重金屬濃度(mg/kg)}} \times 10^{3} \quad \text{--------(2)}$$

例如在表 4 中，土壤中最大可承載銅量爲 307kg/ha，而堆肥中重金屬銅濃度允許上限爲 300mg/kg，依上式公式，我們可添加之最大堆肥重量爲 1000 噸/公頃左右。因此，在確保土壤中重金屬不會超過污染管制值之情況，我們依堆肥中重金屬可能濃度狀況下，估算其最大施肥量如表 5 所示。但在肥料規定中重金屬含量上限條件下，估算豬糞堆肥之最大施用量爲 Cu3000 噸/公頃，Zn500 噸/公頃，Cr2330 噸/公頃與 Ni7200 噸/公頃。因此，綜合來說，在此上限濃度下之最大施用量最好控制在 500 噸/公頃以下。

爲考慮對土壤、作物及環境之品質，建議合理施用量應爲估算最大施用量之一半較爲安全，最好不要超過 250 噸/公頃。但如將生產堆

肥之過程中，其重金屬濃度控制在銅 100mg/kg 及鋅 200mg/kg 以下，則最大施用量可達 1250 噸/公頃，而建議合理施用量為 600 噸/公頃左右，可確實增加土壤中之有機質含量且可確保土壤品質，不會受到重金屬污染。

以上之估算，乃以有機肥料中重金屬含量上限，概估其最大施用量，亦可以有機肥料中實測之重金屬濃度計算，若每年累用的堆肥量已超過最大容許量，即應停止施用，並在施用安全期限內，採土樣檢測，以了解重金屬累積情形，再計算可施用之最大量，以確保土壤品質。並詳實記錄每年的施用量，以避免施用總量超過安全施用量。

參考文獻

1. 王明果。1978。嘉南平原鹽分地調查報告。中興大學土壤系專刊。
2. 王銀波、陳尊賢、劉文徹、吳先琪、趙震慶、李國欽、王榮德。1994a。土壤品質基準－總論。行政院環保署委託計畫報告(EPA-83-E3H1-09-02)。台北市。
3. 宋勳。1997。有機栽培專欄。花蓮區農情資訊。第 86 期。花蓮區農業改良場。
4. 宋勳。1997。有機栽培專欄。花蓮區農情資訊。第 86 期。花蓮區農業改良場。
5. 吳正宗。1997。飲水與蔬菜中硝酸鹽的來源與減量對策。土壤肥料通訊。第 61 期。pp.13-16。
6. 林木連、郭鴻裕、朱戩良、劉禎祺、彭宗仁。1999。屏東平原地下水水質變化研究。第三屆地下水資源及水質保護研討會論文集。元/13,14。中央大學。中壢。
7. 林月金。1992a。台中區蔬菜設施栽培之經濟分析。台灣省台中區農業改良場特刊第 21 號。pp 1-26。
8. 林月金。1992b。台灣巨峰葡萄設施栽培之現況分析。台灣省台中區農業改良場特刊第 21 號。pp 27-45。
9. 拔川信弘、小室重雄。1998。環境保全型農業經營與研究的課題。

農業與園藝。73(2):233-237。(日文)
10.徐水泉、邱再發、黃文良、李蘭帝。1968。本省水田土壤滲漏水之研究。台灣省農業試驗所 56 年年報。
11.連深、王鐘和、李瑞成。1996。不整地玉米膝高期淹施 ^{15}N－尿素後氮素之追蹤。中華農業研究。45(1):47-57。
12.連深、王鐘和。1997。土壤有效態氮測定及其應用蔬菜園肥培管理研究。台省農業試驗所 85 年年報。
13.陳琦玲、連深。1989。果園土壤及葉片營養診斷資訊系統之初擬，果園作物營養診斷應用研習會專輯。台灣省農業試驗所特刊第 28 號。p.85-115。
14.陳尊賢。1995。長期施用豬糞堆肥對土壤中重金屬之累積及合理施用量之評估。有機質肥料合理施用技術研討會論文集。pp.200-214。
15.陳鴻堂　。1995。設施土壤肥料問題解決對策。設施與集水區土壤肥料講習專刊。中華土壤肥料學會編印。P.18-38。
16.郭孚耀。1988。台灣發展設施園藝之綜觀。台中區農業推廣簡訊 10(1):16-20。
17.黃賢喜、戴順發。1995。有機農業可行性之研究。八十三年度土壤肥料試驗報告。農林廳編印。
18. Campell, J.B., A.N. Davis, and P.J. Myhr. 1954. Methemoglobinemia of livestocks caused by high nitrate content of well water. Can. J. Camp. Med. 18:93-101
19. Kowl, J. J. and A. V. Barker. 1981. Growth and composition of cabbage as influenced by nitrogen nutrient. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 12:979-995.
20. Lal, R. and B.A. Stewart. 1994. Soil processes and water quality. Lewis Publishers. Ann Arber, Mi. USA. p.5.
21. Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of highter plants. P.201. Academic Press, London.
22. Maynard, D. N., A. V. Barker, P .L. Minotti and N. H. Peck. 1976.

Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron.. 28:71-118.

23. OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). 1986. Water Pollution by Fertilizers and Pesticides. OECD Publications. Paris.

24. Swiader, J. M. 1986. Characterization of ammonium and nitrate absorption in Pumpkin (Cucurbita moschata poir.). J. Plant Nutr., 9:103-113.

25. Walters, C. L. 1991. Nitrate and nitrite in food. In Nitrate and Nitrite in Food and Water. (Eds.) Michaell, H. p93-112.

26. Wright, M. and K. L. Davison. 1964. Nitrate accumulation in crop and nitrate poisoning of animals. Adv. Agron. 16:197-247.

表 1、設施與一般栽培對土壤電導度之效應(dS m^{-1})

土層深度	設施	一般栽培	設施	一般栽培
(cm)	粘板岩沖積土		砂頁岩沖積土	
0-5	3.25± 2.16	0.91± 1.01	1.10± 0.74	0.26± 0.31
5-10	0.51± 0.35	0.20± 0.18	0.17± 0.15	0.10± 0.07
10-15	0.32± 0.22	0.14± 0.09	0.27± 0.29	0.09± 0.06
	砂頁岩、粘板岩沖積土		紅壤	
0-5	0.98± 0.73	0.90± 0.74	1.25± 0.60	0.32± 0.26
5-10	0.17± 0.07	0.17± 0.05	0.26± 0.13	0.11± 0.03
10-15	0.14± 0.06	0.14± 0.07	0.16± 0.03	0.09± 0.00

(資料來源：陳，1995)

表 2、設施栽培時間與土壤電導係數之關係

栽種年份	電導度(dS m^{-1})
對照	0.90
1 年	1.35
2 年	2.80
3 年	2.45
3 年以上	3.85

(資料來源：陳，1995)

表 3、尿素淹施後 2 天時各處理區 0-80 公分土層較淹施前之無機態氮增加量及所施尿素氮量回收率之估算

估算項目	淹施水量(mm)		
	5	50	100
無機態氮增加量(kg/ha)	55	76	26
所施氮素之回收率(%)	78	109	37

(資料來源：連等，1996)

表 4、農田土壤表土 20 公分重金屬最大承載量之評估

重金屬	背景值 [a]	管制值 [b]	最大可承載濃度 [c]	表土 20 公分最大可承載量 [d]
	mg/kg			kg/ha
As	8.9	20	11.1	26.6
Cd	1.8	3	1.2	2.9
Cr	43	200	157	377
Cu	22	150	128	307
Hg	0.2	1.0	0.8	1.9
Ni	42	120	78	187
Pb	40	100	60	144
Zn	190	300	110	264

a：Chen and Lee(1995)　b：王等(1994a)　c：最大可承載濃度＝管制值－背景值

d：表土 20 公分最大可承載量 (kg/ha)

=最大可承載濃度(mg/kg)×$(100m)^2$×0.2m×1.2Mg/m^3×$10^3/10^6$

=最大可承載濃度 (mg/kg)×2.4

(資料來源：陳，1995)

表 5、農田土壤中合理堆肥施用總量推估

重金屬	重金屬濃度 (mg/kg)	最大承載量估值 (tons/ha) [a]	合理施用量 (tons/ha) [c]
Cu	100[b]	3000	1500
	200	1500	750
	300	1000	500
Zn	100	2500	1250
	200	1250	625
	500[b]	500	250
Cr	100	3500	1750
	150[b]	2330	1160
	300	1160	580
Ni	25[b]	7200	3600
	50	3600	1800
	150	1200	600

a：肥料重金屬含量規格上限 Cu100mg/kg，Zn500mg/kg，Cr150mg/kg 與 Ni25mg/kg。

b：依表 8 計算出之最大承載量(Cu300kg/ha，Zn250kg/ha，Cr350kg/ha 與 Ni180kg/ha)來估算施肥量，並施用於表土 20cm 內。

c：建議合理施用量爲最大施用量之一半，以確保土壤品質。

(資料來源：陳，1995)

蔬菜連作障礙與土壤改良

王鐘和　林毓雯

行政院農業委員會農業試驗所

一、前言

大部份植物的根從土壤得到機械力的支持，養分、水分及空氣的供給。土壤的物理性質主要爲決定土壤供給水份、空氣能力之大小，土壤化學性質則決定土壤供給植物養份能力大小，所以土壤物理、化學性質也決定植物根部之伸展。

若植物生長在理想狀態的土壤物理、化學性環境，則有良好的根部發展，植物可以不被風吹倒，不怕乾旱，可以吸收更多的養份，生長得更好。反之，植物的根可能爲硬的耕犁層、不肥沃層、太乾或太濕之土壤水分狀態以及鹽害、毒害、病蟲害等所限制，而使得植物生長不良。

二、連作障礙的發生及普遍性

農業耕作上，連作是指同一種或同一類作物連續在同一塊田栽種的方式，連作常發生作物的生長不良或缺株的問題，甚至施用肥料也不能完全改善，常見如幼苗的枯萎及爛根，生長點或新生枝葉不正常，或不能伸展，有的引起病害而枯死等等的問題。連作的土壤問題發生依作物的種類、土壤、氣候及栽培管理的差異，其嚴重性就有不同。有的作物只要連作一次時，就有生長不良的問題，例如薑、綠豆、瓜類的西瓜、茄科如青椒、番茄、多年生的蘆荀、桃、蘋果等，尤其是桃及蘋果在同老株之位置，再種新株幼，就有嚴重之缺株問題。而有的作物是需經多次連作才能看出連作之土壤問題，例如許多的蔬菜，如十字花科類，連作數年後即有明顯問題發生。一年種植多種作物的農業地區，尤其是台灣位於亞熱帶－熱帶區，在同一塊田中一年生產

二次以上或更多次數的土地，連作問題是常常可見；耕地面積小的地區，也是常見有連作的需要性；設施農業在網室或特定蓬式中生產高經濟作物時，爲了增加一年中之單位面積生產，連作密集生產，更是容易產生問題土壤，嚴重者甚至產生不能再生產某種特定作物的困難。

每一種作物有它特別的營養需求及代謝特徵，需求土壤中的營養比例、種類、及水份與氧氣都依作物不同而有差異；在代謝上，各種作物都有或多或少的差異，合成不同的代謝產物，於是在作物的分泌物及殘質中的分解物都有其特色。由於上述的需求及代謝的特徵，連作可能引起上一作物影響下一次的作物生長，它的原因可能包括如下:

1.作物吸收大量的營養，導致營養之不足供應。
2.作物吸收大量的正離子營養，導致土壤酸性增加。
3.大量的前作殘質，由於碳氮比高，在分解時，微生物大量繁殖，而氮素被微生物吸收，引起氮之缺乏現象。
4.作物的根分泌有毒的物質，或殘質分解時釋出的毒作質或微生物釋放出的有毒物質，在土壤環境中若達到某一臨界濃度後，即將引起另一作物的毒害作用。
5.長期連作後土壤有機腐植質的降低，旱作的連作易使土壤有機腐植質含量加速減少，值得重視，因爲穩定的有機腐植質是土壤優良特性的基礎。
6.長期連作後病蟲害增加：由於病原菌及蟲體對作物都有或多或少的偏好性及專一任定性，例如危害番茄的病蟲可能不一定會危害其他葉菜。如果連作時病蟲的族群逐漸增加或一次耕作即增加很多，於是次作將受該增加的病蟲危害了。病蟲的個體可能存在於土壤中或作物的殘質中，都可能是引起連作障礙的原因。
7.長期連作的不當栽培管理及施肥：由於作物的偏向管理，例如過度的灌水及排水，使土壤營養分加速淋洗及土壤流失，或是過分的施用化學肥料，尤其是短期蔬菜栽培常見過度施肥後的鹽分累積，在土壤表面上形成白色粉末的鹽類，都會是連作障礙的原因。

三、連作障礙的克服方法

1、客土、換土：在植床中填入新的土壤，或將之全部更換，使病原性降低或改善土壤物理、化學性。

2、深耕：將表土與底土翻耕，交換之用意有如客土、換土，使土壤之生物、物理、化學性重新調整。

3、湛水：是最古老改善連作方法，耕作後利用淹水技術減少病原菌、害蟲、線蟲等殘存之機率，同時湛水更具淋洗殘存鹽基之效果。

4、輪作、休耕：就設施栽培之立場而言，輪作或休耕是有違經濟經營之原則，但嚴重發生連作障害時，輪作爲最有效之方法。因輪作、休耕在減少病原寄主情形下，自可使病原性降低，並改善土壤物理、化學性。

5、土壤消毒：利用物理或化學方法，如太陽能消毒（以透明塑膠布覆蓋土壤）、燻蒸、高溫、蒸氣消毒或化學藥劑灌注燻蒸來殺死病原菌。此一方法雖然較爲經濟性，但易使土壤生物性之生態相形成真空破壞平衡，如遇再感染時發生性形將更爲嚴重，且經常消毒之後將使土壤形成死土。

6、土壤改良劑之施用，如有機質，有機酸或土壤滲透劑、微生物製劑等之施用，有助於改善土壤物理，化學及生物相。

7、種植清淨作物或綠肥作物：如高粱、玉米等好肥性強，或豆科如田菁、太陽麻、虎爪豆、羽扇豆等，都有助於減少鹽類蓄積、平衡土壤養分，並可將植體翻犁田中使回饋土壤，增加有機質。

8、補充營養元素：補充不足或不均衡之營養元素，連作可能引起營養之缺乏或不均衡，需要補充添加，以施用於土壤或葉面施肥供應之。

9、施有益微生物：施入有益微生物，連作的毒害物質可用解毒菌，消除或降低有毒物質濃度。

10、清除作物殘體：清除田間作物的殘體，有些殘體是毒物質及病蟲害的來源，因此清除作物殘體，可減少毒物質或病蟲害的危害。

四、土壤改良之目的

我們一般的耕犁及施肥手段，其目的皆在建立良好的土壤環境，

供植物根發展更好。土壤改良的目的也是相同，只是土壤改良並不像耕犁與施肥那麼的經常實施，是基於需要性、經濟性及可行性而決定的。

土壤改良的目標爲建立一理想的植物根生長環境，即具有良好充足的養分、適當的水份、充足的空氣、足夠的溫度、沒有毒害物質及沒有病蟲害。以下各章將爲各位一一介紹一些在台灣地區較常運用的土壤改良方法及項目。

五、酸性土壤改良之策略

作物生長各有其適宜之環境，通常在強酸性下不會有最高之產量，但有些嗜酸性作物例外，如茶、鳳梨、藍莓等。強酸性土壤經常會造成下列環境而導致作物生長不適（1）鋁之毒害（2）錳之毒害（3）鈣缺乏（4）鎂缺乏及鉬缺乏等。

一般土壤酸化的原因如下：（1）許多土壤是由酸性的母岩風化而來。（2）雨水所帶的氫離子將土壤中的鹽基性陽離子取代。（3）根部分泌酸性物質。（4）大部份氮肥施入土壤中，因硝酸化作用時釋出氫離子。（5）其它含硫物質如酸雨、農藥及肥料等施入土壤中，氧化作用釋出氫離子。

土壤之物理性質主要由土壤質地與土壤構造所決定，而兩者關係密切但意義卻容易混淆不清。土壤質地由土壤單體礦物粒子之大小與其所佔比例所決定，這些單體粒子大小可分爲砂粒、坋粒及粘粒。而土壤構造則由這些單粒因土壤有機質、蚯蚓及其它土壤生物，土壤乾濕變化，根系等眾多因子所聚集一起的較大個體。

本省地處熱帶和亞熱帶，高溫多濕，土壤礦物風化迅速，土壤鹽基經雨水淋洗流失量多，更由於採行集約式農業經營，耕作頻繁，作物自土壤中吸收大量鹽基，以及化學肥料大量施用等，致使土壤之酸化相當普遍。土壤酸化後對作物之生育有各種阻礙，故爲維持土壤正常之生產力，土壤酸性化之預防或酸性之改良乃甚重要。

台灣酸性土壤分佈，台灣耕地土壤的反應分布情形大致爲靠山邊

的丘陵地土壤多數強酸性。平地農田則台中以北多數強酸性，東北部蘭陽平原亦是中酸性，台中以南地區之農田則多數中性乃至微鹼性，部分地區亦呈鹼性。東部花蓮光復鄉一帶縱谷沖積土上源有石灰岩屑，土壤反應乃呈中性至鹼性。從光復至鹿野帶之母岩來源複雜，土壤反應有酸性者，亦有鹼性者，而台東卑南一帶土壤則多呈強酸性反應。以土類別而言，紅壤和黃壤之酸性最強，砂頁岩質沖積土次之，而粘板岩沖積土則較弱。

據統計台灣耕地已調查面積 80 萬公頃中，pH5.5 以下之強酸性土壤則有 28 萬公頃之多，佔總面積之 35% 。農田肥力能限調查 57 萬 3 千公頃（主要爲水田）中各種土壤 pH 値農田面積之百分比如表一。

表一.台灣水田土壤有機質含量之相對比率及分級表

有機質含量		1959-1967	1978-1981
分級	%	(%)	(%)
很低	>1	14.0	6.7
低	1-2	50.6	38.1
中等	2-3	26.9	33.1
高	3-4	8.3	16.0
很高	>4	-	-

資料來源:林家棻 1981

以上資料大體一致，即平地耕地中強酸性土壤約佔 35% ，達 28 萬公頃在右。

另據山地農牧局調查海拔 100 公尺以上、1000 公尺以下之山坡地共萬 9 千 5 百公頃中，pH5.5 以下之中強酸性土壤則佔總面積之 76% 。可見坡地土壤之酸性問題較平地農田更爲重要。

酸性土壤對作物生長之影響：土壤溶液中之氫離子濃度雖爲土壤酸性強度之指標，但在一般土壤酸性（pH4~6）範圍內，其氫離子濃度本身並不構成作物生育阻礙之直接因素。酸性土壤中阻礙作物生育之因素概爲氫離子濃度所引起之二次作用所致，簡述如下：

（一）酸度對土壤中養分有效性之影響：

土壤中之各種植物養分要素，依各別要素性質之差異，在不同酸性下或變爲不溶性或大量溶，以致酸性土壤中有些要素缺乏，但有些要素卻有過剩之障礙。土壤中各種養分要素之有效性與 pH 之關係如下圖。

1.土壤之磷固定力增加，磷的有效性降低。

2.土壤中之鈣、鎂、硼易流失，因而土壤中之此等要素含量降低。

3.土壤中鉬素之溶性減低，因而其有效性降低。

4.土壤中之硝化作用減低，因而土壤中之銨離子濃度增高，減低作物對鈣、鎂的吸收能力，減低此等要素之有效性，同時亦因硝酸態氮的減低影響作物的氮素吸收，減低土壤氮素的有效性。

5.鋁、錳、鐵、銅、鋅等要素的溶性增加，有時會導致其過剩障礙，但長年淋失則反而導致其缺乏。

6.有益微生物受阻：土壤中有益微生物如分解有機物之放射性與細菌，固氮細菌、硝化細菌等，因土壤酸性強，其繁殖活動受阻，影響作物之生育及產量。

（二）酸性對養分保持力之影響

土壤酸性增加時，養分保持能力隨著鹽基置換性能量減少而減，故酸性土壤之施肥易導致鹽害，亦易導致養分之流失。

作物之耐酸性差異：各種作物所適合的土壤 pH 值範圍因作物之耐酸性不同而有所差異。由於酸性土壤的作物生育阻礙要因有鋁、錳毒害，低磷、低鹽基及低微量要素等多種，而不同土壤的酸性阻礙要因亦各有不同，作物本身對此等阻礙的耐性亦有差異，故各種文獻所報告之作物酸性耐度亦略有差異，但大致如表二。

表二、各種作物之土壤酸性耐度

極弱	弱	中	強
大麥、洋蔥	小麥、番茄	粟	茶
高粱、蘆荀	玉米、蕪菁	蕎麥	水稻
甜菜、絲瓜	大豆、蘿蔔	燕麥	鳳梨
苜蓿、茄仔	豌豆	棉花	杜鵑
萵苣、青椒	甘藍	蠶豆	草類
芹菜、菠菜	冬瓜	煙草	越橘
洋香瓜	金瓜	草莓	西瓜
花椰菜	紅三葉草	落花生	曼越橘
白三葉草	包心白菜	馬鈴薯	百慕達草

可見一般蔬菜作物之酸性耐度弱，雜糧作物次之，而鳳梨、杜鵑、水稻及一些禾本科草類則強。耐酸性極弱的作物在酸性土壤生育極爲不良，生長所適合的土壤 pH 值亦相對的高，故其以石灰調整 pH 之目標值亦較高，以 6.5 爲宜。耐酸性弱至中的作物因其生長所適合的土壤 pH 值並不需如耐酸性極弱作物那麼高，故其調整 pH 值之目標以 6.0 左右即可。至於耐酸性強的作物則其生長所適合的 pH 概爲酸性範圍，不但不需施用石灰，有時甚至需要施用酸性肥料以增加土壤酸性。

（三）酸性土壤之石灰需要測定

施用石灰之目的在於中和土壤酸性，使其 pH 值提高以防鐵、錳、鋁等昀毒害和增進土壤中養分之有效性，以適合於作物生育。酸性土壤之石灰需要量固與要提高之 pH 值差（現值與目標值差）有關，更重要的與土壤之置換酸度或總酸度有關。土壤 pH 值僅爲土壤中酸性強度的指標，其置換酸度或總酸度才能表示土壤中酸的容量，故石灰需要量應由土壤的置換酸度或總酸度決定。由於此等酸度之測定較繁，一般以簡便法概估用量或以 pH 緩衝曲線法測得較確實用量，詳述如下：

1、簡便法

土壤中酸的容量除了與土壤膠體性質有關外，與膠體含量（即黏

粒及腐植質含量）關係最爲密切，故爲提高 pH 值一個單位的石灰需要量，黏粒或腐植質含量高的土壤必高於黏粒或腐植質含量低的土壤。一般酸性土壤（表土）每調高單位 pH H 值所需石灰石粉用量砂質壤土爲 1.0 公噸/公頃，壤土及坋質壤土爲 1.5 公噸/公頃，黏質壤土則爲 2.0 公噸/公頃。

2、pH 緩衝曲線法

取風乾細土各 10 克於 6 個管瓶中，各加碳酸鈣（$CaCO_3$）試藥 0、5、10、20、40、80 毫克，再加水 25 毫升充分振盪後放置 1 日。再振盪 5 小時後各經細口玻璃管通入空氣（每分鐘 2 公升速率）以趕出土壤溶液中之二氧化碳（CO_2），立即測定 pH。由碳酸鈣添加量與 pH 關係之曲線可求得將土壤自原 pH 值提高至目標值所需碳酸鈣量。

爲要矯正土壤酸性，一般每年應檢查土壤 pH 值一次；其值如已超過目標值則應停止石灰施用。

要注意的是 pH 雖是土壤酸性強度之表示，但亦有例外。在沒有雨水滲濾的設施園藝土壤中常因硝酸累積而降低其 pH 值，但因土壤中之鈣、鎂等鹽基卻很少有淋失機會，故其土壤 pH 值雖降低，卻仍有豐富的鈣含量。此種情形稱爲因土壤中鹽分累積所致表面上之土壤酸性。因非真正酸性，並不需石灰矯正，應加留意。

六、鹽土之改良策略

設施內鹽分累積之主要原因爲土壤淋洗量的減少。由於設施之主要目的之一爲減少雨水對作物根部的浸泡，但也就因此而阻絕了雨水對土壤中鹽分的淋洗，使鹽分不斷的累積，而這些鹽分大部份就是栽培作物時所施到土壤裡的肥料。

在一般露地栽培的情況下，施用田間的肥料，有一部份被作物吸收，有一部份殘留於土壤中，其中有些形成難溶性的鹽，一些則仍爲可溶性的鹽，在下雨或灌溉時，可溶性鹽類則隨著雨水被淋洗到土層下方甚至到地下水中，因此，不會造成土壤中可溶性鹽類的累積。但相反的，設施栽培時，農民也是同樣施肥，但是由於缺少雨水的淋洗，

即使間有灌溉，但灌溉量亦不足以把可溶性鹽淋洗到土層下方。此外，設施中的溫度常高於設施外之溫度，因此蒸發量大，在蒸發量大於灌溉水之入滲量時，可溶性鹽不但不往下淋洗，反而會隨著水分的蒸發由底土經由土壤的毛細管作用往上移動至表土，等水分蒸發時，可溶性鹽類則殘留在表土中，造成可溶性鹽的累積。

除了上述原因外，有些農民會把設施內作物因鹽分累積而生長不良之現象歸因於肥料不足，而加入更多的肥料，因此使鹽分之累積更爲嚴重。事實上，鹽分累積時可能使作物出現某種元素之缺乏症狀，但並不是因爲土壤缺乏此元素，而是因爲營養元素之間的不平衡所造成的，例如常見銨離子太多時會影響鉀的吸收（此現象稱爲拮抗現象），即使土壤中有夠多的鉀離子，仍可能出現缺鉀的現象，此時再施入鉀肥會使土壤鹽分累積的程度更形惡化。

鹽分累積對作物生長之影響：(1）高鹽分濃度影響植物對水分的吸收（2）鹽分成份對植物之影響（3）鹽分對土壤微生物活性之影響（4）養分不平（5）土壤物理性變差（6）生物相的不平衡。

（一）鹽土之改良方法

解決鹽分過度累積一般採：(1)浸水：以大量水移走鹽類離子，(2)客土或深耕；可稀釋降低表層土壤鹽類離子之濃度，(3)換土；移走含高鹽類離子之表層土，加入由外處移來之乾淨土壤，(4)種植耐鹽作物或綠肥作物；如玉米、田菁等吸收土壤中累積之鹽類離子，並可將植株耕犁掩埋，增加有機質且可釋放養分供後作蔬菜使用。

有鑑於此，掌握每作蔬菜種植前土壤中殘餘之營養要素量，加上該作期間內土壤可能礦化供應之養分量，作爲調節該作施肥量之診斷及施肥推薦工作，甚爲重要。設施內溫度較高，有機質分解快，且複作指數高，土壤耕作較頻繁，易損害土壤之結構，應注意有機質之補充，尤其是分解速度較慢之纖維性有機質肥料，不但可克服連作障礙，且可改善土壤理化及生物性質，提昇蔬菜產量及品質。

七、有機質肥料綠肥與生物肥料之施用

（一）有機質肥料之施用

有機質肥料之功能甚多；諸如：改善土壤物理性，對土壤化學性亦有助益，此外，並可使土壤微生物相多樣化，微生物活性增加，減少病原菌生長。因此普遍地被施用於蔬菜栽培上。有機質肥料種類繁多，大致可分爲難分解型與易分解型兩種；難分解型一般是以稻殼、樹皮、木屑、作物殘株等堆製腐熟而成之有機質肥料，含豐富纖維質，但氮、磷、鉀三要素含量較少，因其在土壤中的分解較慢，適宜用在改良土壤理化性質和促進土壤微生物活性，使作物根部有良好生長環境。易分解型一般係以禽畜糞、動物性廢棄物、油粕類等腐熟而成之有機質肥料，含纖維質較少，氮、磷、鉀三要素含量高，其所含養分在土壤中分解釋放較快。施用時應注意其釋出之要素養分量，相對的減少化肥要素用量。此外，連年施用有機質肥料後，除了當作所施有機質肥料之可礦化養分量外，亦要評估土壤中累積之既有有機質之可礦化養分量，以二者之和作爲預期可由有機質供給之要素量。

（二）綠肥及有益微生物之利用

綠肥作物是綠色植物整體或植體之部份於幼嫩期或成熟期供翻犁掩埋入土壤中當作肥料及改善土壤理化性質之作物。綠肥作物生長期間能吸收固定土壤礦化之營養元素，豆科綠肥更可固氮，減少養分之淋流及土壤之流失，並可抑制田間雜草之生長，綠肥掩埋後迅速分解釋出其所含之營養元素，種植後作作物時，應減少肥料用量，以充分利用綠肥釋放之養分。有益微生物如固氮菌、溶磷菌、菌根菌、拮抗病等，其功能甚廣，例如可增進土壤氮素來源、增加養分的有效性及溶解度、釋放植物生長素、增進作物養分吸收、與病原菌產生拮抗作用等，施用時應適當調整化學肥料之用量，以發揮其功能。

蔬菜園土壤分析與採樣技術

黃維廷　林木連　王鐘和

行政院農業委員會農業試驗所農業化學系

土壤肥力爲土壤之養分含量與養分供應能力，爲影響蔬菜生產重要因素之一。土壤肥力之差異受土壤性質所左右，並爲各種栽培與施肥管理因子之綜合表現，例如西螺許多蔬菜田，土壤母質多爲黏板岩沖積土，富含石灰質之鹽基性土壤，具有粗質地，入滲速率快，與有效性磷、鉀含量高之特性。個別蔬菜園的土壤肥力與生產表現亦受施肥（量）方法、灌溉量（頻率）及灌溉方式等肥培與水分管理之影響，而露地或設施（網室與溫室）蔬菜栽培方式也影響土壤結皮、水分入滲、排水及鹽類積聚等土壤理化性質。故須認識栽培土壤的立地環境與性質，瞭解以往與現行之操作管理，才能綜合土壤分析進行肥力診斷進行施肥改進及推薦，達到促進蔬菜園合理化施肥之目的，因而蔬菜園土壤採樣與分析，爲此項工作重要之環節。

需認識之土壤性質與土壤分析項目

土壤 pH

土壤 pH 影響作物根系發育與水分養分吸收能力，爲調控土壤養分的有效性（溶解與固定）之首要之土壤性質，pH 低之強酸性土壤造成不利蔬菜生長的狀況，常有鐵、鋁與錳溶出過量之毒害；有機肥或有機質礦化受阻，減少養分（氮、磷、硫及微量元素等）之釋出；磷爲土壤鐵、鋁固定而降低有效性；鹽基性陽離子鉀、鈣及鎂等淋洗流失致缺乏；鉬溶解度降低，因而抑制氮之同化作用致植株呈現缺氮徵狀。然而 pH 高之鹼性石灰質土壤，土壤磷易與碳酸鈣形成難溶之磷酸鈣沉澱而降低有效性，鐵、鋅、銅與錳等微量元素亦因 pH 高溶解度降低，而使作物容易出現缺

乏徵狀。一般而言，pH5.5-7.0為多數蔬菜作物最適合生長之範圍，各種蔬菜生長適宜之 pH 範圍如表 1 所列。

表 1、蔬菜作物適合生長之土壤 pH 範圍

種類	範圍	種類	範圍
豌豆	6.0-7.5	芹菜	5.5-7.0
蘆筍	6.5-7.5	菜豆	6.0-7.5
甜菜	5.5-6.5	胡蘿蔔	6.0-7.5
蕃茄	6.0-7.0	菠菜	5.5-7.0
馬鈴薯	5.0-6.0	甜玉米	5.5-7.5
白菜	6.0-7.5	芥菜	5.5-6.5
茄子	5.5-6.0	南瓜	5.5-7.5
黃瓜	5.5-7.0	花椰菜	6.0-7.0
洋蔥	5.0-7.0	青椒	5.5-7.0
甘藍	5.5-7.0		

土壤質地

土壤乃由粗細粒徑不同之砂粒、坋粒與黏粒等土粒以不同比例所組成，其相對含量決定粗細不同之土壤質地，即砂土、壤質砂土、砂質壤土、壤土、坋質壤土、....黏質壤土、...黏土等，土壤質地所表現之水分養分保持能力，根系伸展與耕犁難易等物理性質，均與土壤生產力及施肥需量的決定有密切關係。

土壤有機質與土壤顏色

土壤有機質含量高的土壤，其陽離子交換能量大，保水保肥力強。有機腐殖質功用如同土粒之膠結劑，膠結土粒形成團粒構造，提高水分與空氣之通透性，有利於根系發育與作物生長，有機質含量少的土壤，水土保持較差，而土壤團粒結合疏鬆，易因耕犁破壞及雨滴擊打造成土表結皮，影響水分入滲與空氣之通透，故土壤有機質之維持乃地力維護之重要工作。

土壤顏色可為初步判斷有機質含量多寡及排水狀況之指標，一般而言，黑色土壤有機質含量高（可能超過 4%），因排水不良有機質分解受阻而呈暗黑色；暗棕色土壤有機質含量高且排水良好，肥力狀況佳；常見風化作用劇烈之紅壤，有機質含量極低（甚至低於 1%），淋洗作用強烈，鹽基性陽離子鉀、鈣及鎂等淋失，為生產力甚低之強酸性土壤；灰色土壤有機質含量低，灰色主要

爲水分過多及通氣排水不良造成，水稻田之灰斑係因排水不完全所形成；黃色土壤通常有機質含量低，但排水狀況良好，土壤養分供應能力差，生產作物須加強施肥管理。

陽離子交換能量（CEC）

土壤粒子可視爲膠體，土壤膠體所含有與可吸附保持之陽離子總量爲陽離子交換能量，這些陽離子 Ca^{++}、Mg^{++}、NH_4^+及 K^+ 均爲植物所需要的養分，當施肥時，土壤膠體依陽離子交換作用置換吸取肥料中之養分離子，使保存與吸附於土粒膠體，減少肥傷或肥料流失，也依陽離子交換作用釋出養分離子於土壤溶液中，供植物根部吸收。土壤所含有黏土礦物之種類，及上述土壤質地、土壤有機質與土壤顏色均爲決定陽離子交換能量大小之因子，陽離子交換能量左右土壤養分供應能力，與施肥量及石灰需要量之多寡。

土壤有效養分（土壤化學分析）

土壤化學分析之主要項目爲土壤有效氮（銨態與硝酸態氮）、土壤有效磷、交換性鉀、鈣及鎂等，分析數值須經作物施用相對肥料之效應予以校準（calibration），才具實用意義，通常需靠田間施肥試驗與調查，求出作物增產率、施肥量與土壤分析數值之相關，以便將分析數值區分爲極低、低、中、高、極高等級，分級爲極低或低者，於施肥診斷推荐增施肥料後，可提高增產百分率，而分級爲極高或高者，則需斟酌減施肥料以避免過量施肥及節省生產成本。

蔬菜作物爲短期作物，複作指數高，一年之中施肥次數頻繁，常因氮肥超施致生長受阻，甚或造成硝酸態氮的環境污染。鑒於蔬菜園的氮肥過量問題，本所農化系植物營養研究室正致力研究發展土壤有效氮之速測技術，測定前作蔬菜殘留土壤之無機態氮量，與有機態氮於下作期間可礦化之氮量，以掌握蔬菜園土壤一作期間可供應之氮量，藉以調節次作之施肥量，避免肥料浪費濫施，促進蔬菜園合理化施肥。

土壤導電度（EC）

由於施肥頻繁與過量，經常導致蔬菜園鹽分積聚之問題，尤以設施栽培最易發生，不僅阻害根系吸收水分，且可能影響地下水之水質，實有檢測導電度之需要，以提供灌溉洗鹽與肥料減施之參考。以往土壤電導度係測定與滲透壓直接相關之土壤飽和抽出液之導電度，來表示土壤鹽害程度最被廣泛採行，惟爲便於測定，現今大多採行土水比 1：5 之方法，測得之導電度值乘上 6.4，即約相當於土壤飽和抽出液之測值。導電度測值與作物生長反應如表 2 所示，而表 3 顯示各種蔬菜作物對鹽害之忍受能力。

表 2、導電度測值之分級

USDA 土壤分級	等　級	EC（mS cm^{-1}）	對作物之反應
0	無鹽害	0---2	無鹽害效應
		2---4	除了對鹽類敏感作物外，沒有影響
1	輕微鹽害	4---8	許多作物生長受限
2	具鹽害	8---15	只適合耐鹽作物生長
3	嚴重鹽害	〉15	只有極耐鹽作物能生長

表 3、不同蔬菜作物對鹽害之忍受能力

敏　感 EC〈4 mmhos/cm	中　等 EC = 4---6	次　強 EC = 6---8	最　強 EC = 8---12
一般豆類	萵　苣	蕃　茄	甜　菜
胡蘿蔔	甜玉米	花椰菜	蘆　筍
芹　菜	南　瓜	甘藍菜	
胡　瓜	洋　蔥	菠　菜	
豌　豆	青　椒		
菜　豆	洋香瓜		

容易發生蔬菜營養障礙之原因與土壤環境

缺氮：農友習慣多施肥料，蔬菜含氮素過量的情形很普遍，除非蔬菜園係粗質地土壤遭大量雨水與灌溉水淋洗，或施用 CN 比高未腐熟之堆肥，一般罕見缺氮現象。

缺磷：酸性土壤之鐵鋁離子易固定磷形象溶解度極低之磷酸鐵與磷酸鋁，而含鈣高之鹼性土壤則形成磷酸鈣沉澱，土壤之固定作用爲缺磷之主因，然溫度低或排水不良，或過多鉀、鋅均會抑制蔬菜對磷之吸收。

缺鉀：粗質地砂質土壤或有機質含量低之土壤，及熱帶酸性土壤，例如紅壤風化程度高，固持鉀能力差，鉀易淋洗流失。排水不良土壤呈缺氧之還原狀態會阻礙根系吸收鉀。過量氮、鈣及鎂亦會抑制鉀之吸收，故使用石灰不宜過量。鉀固定力強之黏質土壤，鉀肥宜注意多施。

缺鈣：強酸性土壤鈣含量低，淋洗作用強，栽種蕃茄、青椒、甘藍菜、及結求白菜等蔬菜容易缺鈣，銨態氮肥與鉀肥施用過多，雨少土壤水分不足也易發生缺鈣。當高溫蒸散作用強時，鈣與水分僅移動至蒸散作用劇烈之成熟老葉，而無法充分運送至先端幼葉，致幼葉容易發生鈣之缺乏。

缺鎂：作物種植於交換性鎂含量低之強酸性砂質土壤容易發生缺鎂，土壤含鉀量高與鉀肥重施均會抑制鎂之吸收。施用含氧化鎂之苦土石灰可避免與減少作物之缺鎂現象。

微量元素除鉬以外鐵、錳、銅及鋅，其溶解度均隨土壤 pH 升高而降低，營養缺乏徵狀通常出現於鹼性石灰質土壤。過於乾燥或鹽類積聚之土壤，鐵之吸收受阻，蔬菜新芽易出現缺鐵徵狀；排水不良，有機質含量豐富之石灰質土壤，作物易發生錳缺乏症，酸性砂質土壤經長期淋洗也容易缺錳及鋅；鋅易與有機物形成穩定化合物，因此有機質含量豐富之土壤常出現蔬菜缺鋅之情形，長期施用過量磷肥亦爲導致缺鋅之原因；雨量豐沛之河床地，石礫地，砂質土或紅壤等，因長期淋洗致硼含量低，而 pH 高之石灰質土壤，硼易被固定，有效性低而引起作物缺硼，乾旱阻礙硼於土壤中之移動與作物之吸收，更易缺硼，然而亦須注意施硼過多與灌溉水含硼量太高容易引起硼毒性之問題。

蔬菜園土壤採樣技術

蔬菜園土壤分析之首要與最關鍵之第一步驟，爲正確之土壤採樣，所採樣品如不具代表性而不能表現田間實際的肥力狀況，則分析數據與施肥推荐將導致錯誤之結論，徒然浪費人力物力與時間，採樣方法之正確與否係整個營養診斷成敗之最大關鍵。土壤分析工作由專業分析研究單位執行，由於人員有限，採樣時期不易配合，農友必須自行採樣，再送交研究機構分析，以提昇診斷服務效率。以下介紹土壤採樣之原則與要領，供農友遵循採行。

1.採樣時期

採樣時期依分析不同的目的而異，對農友而言，通常以收穫後爲理想之採樣時期，可檢討前作施肥之土壤肥力狀況，供次作施肥改進參考；如目的除了檢討前作施肥殘效外，尚欲瞭解整地後種植前，灌排水與基肥等操作之肥力，則宜選擇播種種植前爲採樣時期。就分析機構之研究目的而論，如爲追蹤探討生育期間肥料於土壤中之動態與其對土壤肥力之影響，則可於特定生育期間適度增加取樣頻率。

2.採樣點之選擇

果園土壤採樣常因外觀不均之變異，例如平地坡地的不同坡度地形，排水狀況，土層深淺或管理方式，而分割不同採樣小區分別取樣。至於蔬菜園大多爲均勻之平地，排水、土層深淺與管理施肥大致均一，但由於每塊蔬菜田區之面積有大有小，採樣區依蔬菜田面積大小不同而變動，小者僅 50～60m^2 左右，採樣區較單純不需如果園般細分，如面積 100m^2 以上，大者甚至達 5m x 100m 左右，則土壤樣本應可再等分前後或前、中、後二至三個採樣區，或依種植種類再分割若干採樣區。然仍須依蔬菜園作畦與否之管理形態而區別採樣方式，如圖 1 所示，無作畦園之每個採樣區單位的採樣點選擇較單純，於田區內避開田埂，逢機循鉅齒狀路線於株間取 6-10 點土樣混合成一個分析樣品。作畦排水蔬菜園則如圖 2 所示，於每個採樣區單位之畦面播植帶上（虛線位

置）之株間，逢機選採 6-10 點土樣混合組成一個分析樣品，另需於畦面中央逢機採 6 點左右土樣混合組成另一個分析樣品，與前項樣品比較參考（或可得肥料橫向移動與肥料施用後分佈情形之訊息）。

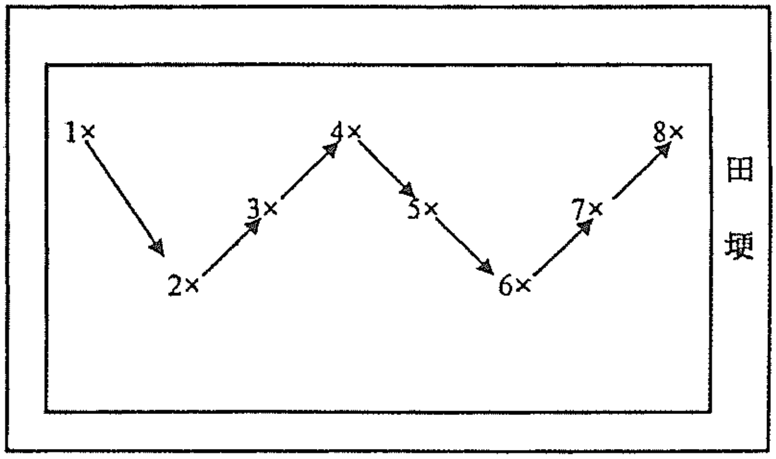


圖 1、無作畦蔬菜園採樣區之採樣點選擇之圖例

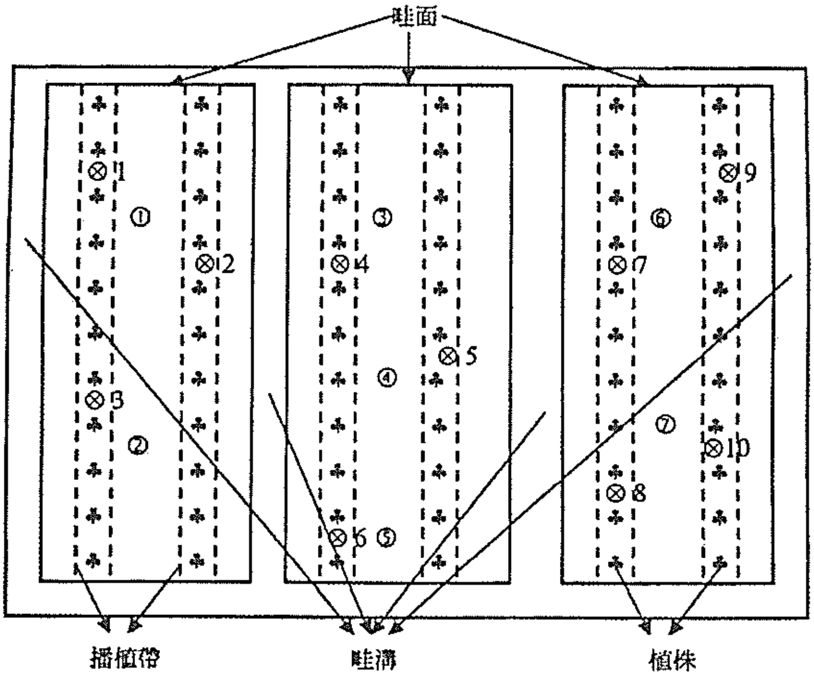


圖 2、作畦排水蔬菜園之採樣區採樣點選擇之圖例

3.土壤採樣工具與採樣深度

土壤採樣工具之選擇以能自每一採樣點採得少而等量樣品，防銹耐用，清潔容易與使用方便為原則，目前經常使用之工具如圖 3 與圖 4 所示為土鏟、土鏝、土鑽與土管，土鑽可分為採土深度僅及 100 公分左右之小土鑽，及土壤調查專用口徑較寬採土深度可達 150 公分以上之大土鑽，土鑽之取土方式為垂直旋轉插入土中向下挖掘（圖 3 右），每次大約挖掘 15-20 公分拔出取土，再繼續挖掘重複操作，以採取剖面之各層土壤。而土管取土則垂直向下壓至採樣深度（圖 3 左），再拔出取土；至於土鏟與土鏝之使用則依採樣深度先挖成 V 字型(圖 4)，再取斜面上約 1.3 至 1.5 公分厚土壤薄片，挖取出之土壤置於塑膠桶內或塑膠盆內或塑膠布上面，充分混合。

採樣深度以達到有效根群發育的表土層或耕犁層為準，果園為長期深根性作物，需採至較深土層至少 60 公分以上，採樣工具以土鑽較方便。至於蔬果則為短期淺根性作物，只需採取 0-15 公分表層土即可，至多再加採 15-30 公分底土監測參考，適用的採樣工具宜為土鏟、土鏝或土管。

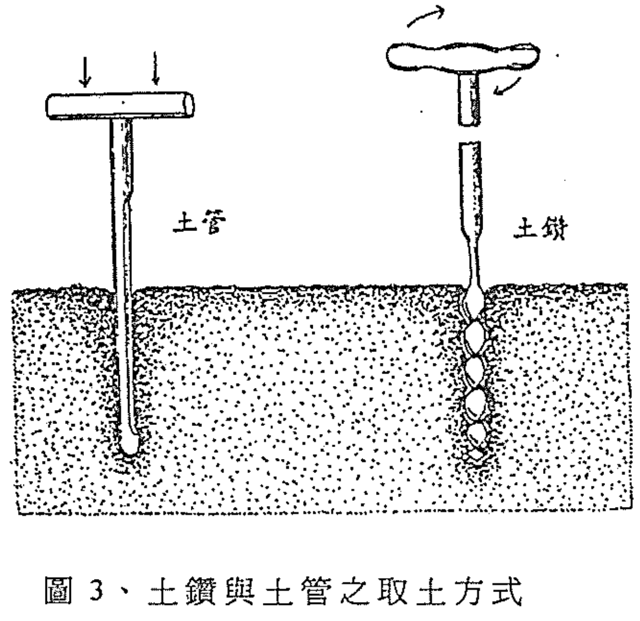


圖 3、土鑽與土管之取土方式

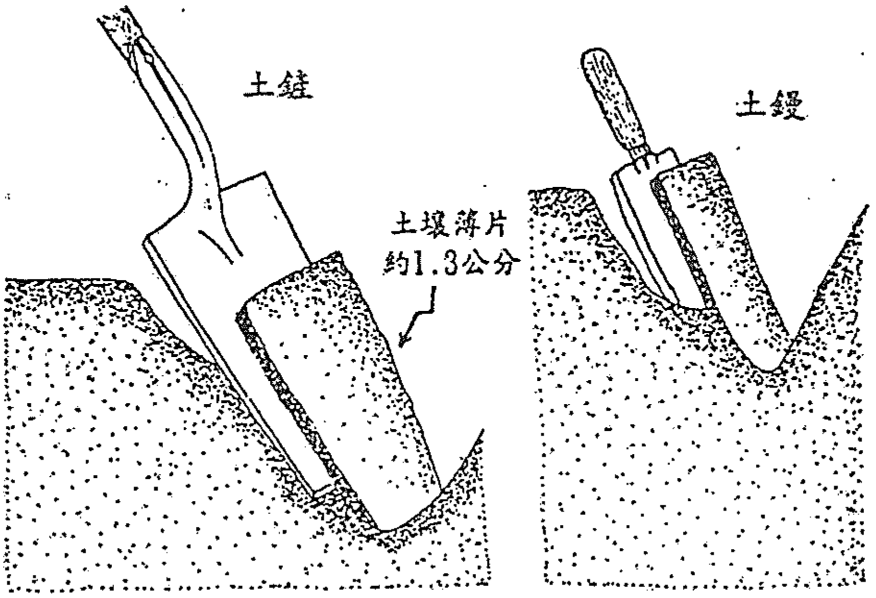


圖 4、土鏟與土鏝之取土方式

4.土壤樣品調製與送件

由不同深度之土層採取的土壤，應先放置於不同的塑膠桶內或塑膠盆內或塑膠布上面，各自分別予以揉細並充分混合組成一分析樣品，如土量太多，可用四等分法，抓取所需之量再組合，以增進樣品混合的均勻程度。需溼土進行分析之項目如硝酸態氮、亞硝酸態氮及氨等，則必需儘快以塑膠袋裝盛密封及儘速送件分析，以保持與田間狀態相同之水分含量，避免微生物或物理化學之轉變而影響測值。

裝盛樣品的塑膠袋必需註明農友姓名，連絡地址或電話，採樣地點位置，及採樣深度，才送寄分析服務專業單位，進行後續編號、風乾、磨篩裝盒、測定分析及診斷推荐等作業。分析服務專業單位有行政院農委會農業試驗所之「土壤及植體分析診斷中心」、行政院農委會各地區農業改良場及國立中興大學「土壤調查試驗中心」等，歡迎農友聯繫，上述機構將竭誠提供服務。

農試所在土壤植體與肥料分析之介紹

張愛華、李艷琪

行政院農業委員會農業試驗所

一 前言

土壤肥力與植物營養研究上極爲重要，在實際應用上亦爲作物營養診斷及施肥推薦之依據。

前農復會自民國 58 年即協助各農業試驗改良場所辦理是項工作，在各改良場設置土壤速測服務站，由本所多次訓練各場土壤肥料工作人員，并自民國 70 年起擴大服務工作。本省農田一方面由於農民經常僅憑經驗而沒有依照土壤狀況及作物需求情形個別施肥，再者近年來由於經濟成長，生活品質提高，消費形態趨於精緻化，農民爲提高產量與品質，往往過量施肥，不僅浪費肥料，增加成本，同時導致土壤肥力與作物營養不平衡及病蟲害嚴重發生等不良結果，甚至造成減產及生產環境之污染，且偶有微量要素之缺乏及過剩、毒害情形，影響農民收益至鉅。而藉土壤肥力及植物營養診斷技術，推薦施肥及肥培管理乃是最可行的因應方法。

爲舒緩各速測站日見增多之送驗樣品、加強土壤及植物營養診斷服務工作，農委會乃於民國 78 年於本所農化系設置『土壤及植物體營養診斷分析中心』，爲全省設備最完善的營養診斷服務中心，配合各區農業改良場共同建立全省性作物需肥診斷體系。應用高效能分析儀器，提供廣泛、快速的初步診斷服務，作爲各場所有關人員合理施肥推薦之依據。

此外爲配合農委會「加強肥料管理」計畫，以促使肥料製造和輸入業者確實做好肥料之製造、輸入及販賣業之管理。由各縣市政府不定時抽驗市售肥料，並由經濟部商品檢驗局和本所負責肥料品質之檢

驗，以確保農民使用各種肥料之品質並保障農民權益。

二、儀器設備

『土壤及植物體營養診斷分析中心』之儀器設備，除了一般試驗室所必備之分析天平、灰化爐、分解爐、蒸餾裝置、酸鹼度計（pH 計）、光電比色計、電導度計、火焰光度計、原子吸光儀及自動分析儀等，爲求於最短期間分析大量樣品，以配合農時施肥，另購置高性能分析儀器─感應耦合電漿原子光譜發射分析儀（ICP），該儀器可測定元素週期表上大部分之元素，測定範圍寬，靈敏度高，並且能同時測定樣液中多種元素，簡化分析過程，提高分析效率，正常運作時平均一日可分析約 300 個樣液。

三、果樹營養診斷程式

土壤速測與植體分析係利用化學方法測定土壤與植體成分，以瞭解及診斷土壤肥力與作物營養狀況，根據診斷結果予以施肥推薦。

對一般淺根及短期作物做施肥推薦時，土壤速測不失爲快速而有效的方法；然對深根多年生作物而言，則葉片分析更能評估其營養狀況，配合土壤速測數據及田間肥培管理資料，評估及判斷可能發生之原因，再給予適當的施肥建議。

隨著電腦科技日趨發達成熟，其使用日愈普及，正可藉其快速處理眾多數據，期能迅速提供診斷結果，以配合農時施肥。本所乃根據數種果樹之葉片營養標準濃度及專家們多年田間試驗結果與經驗，發展一套營養診斷程式，唯限於當時資料有限，在果樹營養診斷程式初擬時，僅先針對柑桔、葡萄、梨、枇杷、楊桃、芒果、蓮霧與番荔枝等八種果樹進行電腦化，今近年來又再整合本所與各改良場的試驗成果，再增加蘋果、桃、李與文旦之診斷服務。此外，枇杷與梨之診斷基準，亦根據近年來更多的試驗結果重新修正，以提供更精準的施肥管理推薦，番荔枝之診斷基準近期內亦將依據新試驗資料予以修正。

四 分析、應用與推廣

此項服務工作除受理由農民直接採送之土壤及葉片樣品，作一般分析服務外，亦配合各區農業改良場施肥改進示範推廣，分析由各區採送之土壤及葉片樣品予以初步診斷作爲各場有關人員提供合理施建議之依據。送驗土壤樣品經過風乾、磨碎與過篩；葉片樣品經過清洗、烘乾、磨碎等前處理後，即可供分析。前述樣品經過萃取、分解後測定其元素含量，再將結果與田間調查資料輸入電腦，應用診斷程式加以分析、提供初步診斷服務，作爲各場所有關人員合理施肥推薦之依據。

此項服務工作歷年來，除受理農民直接檢送之土壤及葉片樣品，共四萬餘件外，亦配合各區農業改良場施肥改進示範推廣，分析由各區採送之土壤及葉片樣品。由現場及農民反應，此項服務效果良好，頗受肯定。

此外，爲配合農委會「加強肥料管理」計畫，以促使肥料製造和輸入業者確實做好肥料之製造、輸入及販賣業之管理。前幾年本所負責肥料品質之初步篩檢，分析由各縣市政府不定時抽驗之市售肥料，以確保農民使用各種肥料之品質並保障農民之權益。近年來由於農畜廢棄物之大量產出，爲促使此等農畜產廢棄物回歸土壤，有機肥料之使用乃受到很大的鼓勵。惟有機質肥料種類多，成分複雜，其品質良莠不齊，頗受大眾重視，目前本所在肥料抽驗工作係以有機質料肥料主，除了分析由各縣市政府不定時抽驗之市售肥料外，基於服務農民之需求，亦接受農民之委託分析其使用之有機質肥料樣品。

台灣農民普遍有過量施肥之習慣，單位面積施肥量在世界各國名列前茅，爲因應加入世界貿易組織（WTO）後，肥料價格調漲之壓力及衝擊，本所乃製作了「合理化施肥」短片，以宣導農民正確施肥觀念，以期達到降低生產成本及提高農產品品質之目的。鑑以各方對蔬菜田發生營養障礙之快速診斷需求甚殷，爲了提供本土化之營養障礙圖鑑以供農政人員及農民作爲營養診及肥培管理參考，已就本省常見十種蔬菜製作「蔬菜營養障礙彩色圖鑑」，並已刊在本所網頁中可供各方人士查閱參考。

作物的營養標準濃度，隨生長部位及生長期之變化而異；土壤速測值是否能確實反應土壤肥力亦受採樣點、時間、深度及管理方法的

影響，因此欲得正確的土壤肥力及作物營養之分析結果，正確採樣極為重要，農民對採樣有質疑時，可就近向當地農政人員洽詢或上本所網頁查閱。以下僅列一般果樹葉片採樣部位及時及其葉片濃度基準以作參考。

表一、葉片營養診斷各種果樹葉片樣品之採樣時期及部位

作物種類	採樣時期	採樣部位	備註
柑橘類	八月下旬～九月上旬	當年生春梢非結果枝且為停止梢枝條的第三或第四葉，每樹東西南北向各取一葉，每園 50～100 片	
葡萄	夏果三～四月(萌芽後 30-40 天，約 50%以上開花) 冬果八～九月(萌芽後 22-28 天，約 50%以上開花)	選結果枝條葉片數 10-14 片者，採留果穗後第二葉，每園 50 片 同夏果	
梨	平地三～四月間 山地四、五月間 (東勢、卓蘭高接梨五月中旬～下旬；梨山溫帶梨六	短果枝新成熟葉，每果園 100 片	
桃	月中旬～下旬) 一～二月(選果實於三～	當季生長之枝條基部成熟葉(頂下第三葉)，每果園 100 片	
枇杷	四月間可採收者) 一～二月間果實生育中期	當年生結果枝成熟葉，由結果處往下約第 5-8 葉	
楊桃		當年生非結果枝成熟葉	
芒果	七月間 二月上旬～三月上旬(盛	最近成熟之頂梢中段葉片(須為不開花且尚未萌發新梢者)	
蓮霧	花期)，如有兩次開花期於第一次採樣	採枝條(吊鐘期採結果枝)第二或第三葉剛成熟之葉片	
番荔枝	八～九月上旨及吊鐘期(幼果期) 二期果五～六月中旬 一期果十二月上旬～中旬	非結果枝第四～五葉	

表二、各種果樹葉片要素適宜濃度範圍暫訂標準

		要素				
種類	品種	氮	磷	鉀	鈣	鎂
		-----------------------	-----------	%-----------	------------------	-----------------------
柑桔	椪、桶柑	3.0-3.2	0.12-0.18	1.4-1.7	2.5-4.5	0.26-0.50
	柳橙	2.9-3.1				
	文旦	2.2-2.5				
葡萄	夏果	2.1-2.6	0.16-0.22	0.7-1.2	1.0-2.0	0.26-0.50
	冬果	2.4-2.8		0.9-1.6	2.0-2.7	
梨、桃		2.0-2.6	0.12-0.20	1.2-2.0	1.25-2.0	0.27-0.50
枇杷		1.4-1.6	0.12-0.20	1.0-1.8	0.8-1.5	0.18-0.30
楊桃		1.65-2.6	0.10-0.18	1.2-1.9	1.5-2.0	0.60-1.00
芒果		1.4-1.7	0.10-0.15	0.9-1.2	1.0-1.8	0.20-0.35
蓮霧		1.26-1.5	0.10-0.12	1.15-1.45	1.60-2.0	0.16-0.20
番荔枝	一期	2.4-3.2	0.10-0.14	0.5-1.0	0.7-1.0	0.35-0.55
	二期	3.0-4.0	0.18-0.22	1.4-2.0	0.2-0.7	0.34-0.86

表二、各種果樹葉片要素適宜濃度範圍暫訂標準

		要素				
種類	品種	硼	銅	鐵	錳	鋅
		-------------------	-----------	ppm-----------	------------------	-----------------------
柑桔	椪、桶柑	25-150	5-16	60-120	25-200	25-100
	柳橙					
	文旦					
葡萄	夏果	30-100	5-20	70-100	25-200	20-140
	冬果					
梨、桃		20-150	10-20	35-200	30-200	20-90
枇杷						
楊桃						
芒果			5-20	60-120	30-200	20-100
蓮霧		30-80		100-150	40-120	30-50
番荔枝	一期					
	二期		5-25	40-70	200-350	15-25

施肥與蔬菜的抗氧化性

林木連　羅淑卿

行政院農委會農業試驗所

前　　言

蔬菜爲人類重要的食物，它提供了人類重要的纖維素、礦物元素及維生素成分。蔬菜種類的繁多，提供人類不同烹飪口味的選擇，創造了美食的文化。蔬菜的與其他如主食米麵、魚肉搭配爲飲食上著重營養的質量與均衡所必需。種植蔬菜也使農民獲得社經上的利益。

現代人對種種疾病的預防，特別是利用食物的抗氧化活性來預防癌症，或其他機能性成分來防治心血管疾病、抗衰老、增強機體免疫功能的研究，使很多蔬菜成爲保健的營養食品，如美國癌症學會就列舉出青花菜、蕃茄等是具有防癌功能的蔬菜。日本農林省食品總合研究所 1997 年也報告蘆筍、生薑及茼蒿三種蔬菜是他們就 43 種蔬菜篩選出之具高抗氧化性的蔬菜。怎樣利用栽培方法來提高蔬菜之抗氧化性也是近年來日本野菜茶業試驗場（NIVOT）的重要研究課題。日本北海道農業試驗場也提倡具較優機能性成分蔬菜之差別性販賣，把它當成一種銷售上的策略。

認識蔬菜的抗氧化性

抗氧化劑（antioxidant）是指一種物質它可以保護其他之分子被氧化。在人的身體則是指中和自由機的保護作用，這種作用可以用來避免身體組織被受傷害。蔬菜是人類重要維生素來源，特別是具抗氧性的維生素如維生素 A、維生素 C、維生素 E 及β- 胡蘿蔔素。此外蔬

菜中所含的硒也是一種重要的抗氧化劑，這是因爲人體在製造抗氧化酵素如 SOD，還是需要某些元素如硒作爲原料來共同合成。有些論點也支持施用有機質肥料可提供較多之硒供蔬菜吸收。經由吃食蔬菜，適量攝取抗氧化性維生素，能有效防止體內脂質過度氧化。在長久的歲月中，未注意抗氧化性維生素的攝取，將導致體內脂質過度氧化的程度增加。

目前抗氧化性的評估，還沒有一套公認的方法，一般可分爲體外及體內試驗。不同的抗氧化活性分析方法會導致不同之分析結果，但一般而言抗氧化活性高之蔬菜，不同分析方法有較高活性之趨勢。

一、不同種類蔬菜之抗氧化性

日本野菜茶業試驗場曾分析 21 種蔬菜之抗氧化性，發現以青紫蘇、甜黃麻、香芹、茼蒿、苦瓜等五種具有較高之抗氧化性，一般深綠色葉用蔬菜具有較高之抗氧化性，而葉色較淺綠者一般抗氧化力較低。九州農業試驗場則報告：以甜椒而言抗氧化力是紅色果＞黃色果＞綠色果；甘藍則是紫色葉者大於綠色苞葉者；洋蔥則是紫色系者抗氧化力大於黃色系者（古田等，1996）

表一、蔬菜乙醇抽出液之抗氧化活性

種　類	抗氧化活性		種　類	抗氧化活性	
	A 法	B 法		A 法	B 法
胡　瓜	13	0	青花菜	59	54
茄　子	56	37	花椰菜	43	79
甜　椒	54	86	萵　苣	18	21
蕃　茄	42	25	白　菜	19	0
南　瓜	22	10	蔥	31	39
黃秋葵	42	71	青紫蘇	90	94
苦　瓜	56	99	香　芹	79	95
菠　菜	46	71	甜黃麻	89	93
小松菜	71	74	胡蘿蔔	10	10
茼　蒿	65	89	蘿　蔔	20	0
甘　藍	34	15			

＊　取材自東敬子等（1997）
＊　抗氧化活性值爲與對照（未添加抽出液）之相對比值
＊　A 法：Linoleic acid 酵素吸收法；B 法：Riboson HPLC 法

二、品種間之抗氧化活性差異

葉菜類重要之營養及品質指標為乾物重、粗纖維、糖分、維生素 A 及 C、鈣及鐵含量。近年來β-胡蘿蔔素對人類之生理生化功能則逐漸受重視。蔬菜種類之不同其維生素含量也會有很大的差異，例如亞洲蔬菜研究中心（1998）之分析結果，莧菜維他命 C 之範圍可在 4 – 84 mg/100g 鮮重之間，β –胡蘿蔔素可在 3.6-10.9 mg/100g 鮮重間。日本之資料顯示萵苣之抗氧化活性品種間可有 14% 以上之差異。生育慢，晚收之品種似有較高抗氧化之趨勢。

三、其他因子之影響

蔬菜產地之分佈亦會影響其自身之抗氧化活性，中村及元木（1997）之報告指出日本之甘藍菜生產愈北者其抗氧化活性愈低（表二）。

表二、產地與甘藍抗氧化活性之關係

北 ← 產地 → 南							
北海道	A	B	C	D	E	F	G
39.0	----	48.1	37.5	66.9	64.5	75.3	74.9

* 中村及元木（1997）；於東京購入不同產地之甘藍測試，統計上有顯著的差異。

隧道式利用塑膠資材被覆試驗顯示（中村及元木,1997），甘藍以保溫處理則可提高甘藍之抗氧化力（保溫區：對照區＝45.3：21.8）。此外稍幼採之甘藍（1 公斤以下）要比規格採（1.2 公斤）者有較高之抗氧化力。

肥料施用與蔬菜抗氧化力之關係

施肥是蔬菜栽培重要的管理操作，它不僅要獲得良好的蔬菜產量，同時也要獲得良好之蔬菜品質，近來更要注重生態環境之維護，這是針對肥料能源之寶貴有限，而且也要留給後代子孫一合理之生存環境。

有關施肥對蔬菜之品質研究一般以肥料施用對葉菜類硝酸鹽含量之影響較多，有關施肥對抗氧化活性之研究則較少。但目前蔬菜的機能性成分在近年來逐漸被注意以後，它裡面所含的抗氧化成分也成消費者、科學家關心的對象，尤其是抗氧化能力高之蔬菜，它的三次機能性成分怎樣受栽培條件變動之影響，也有開始性之研究。

葉菜類是一種對氮肥需要量高之作物，為了促進它的生長，重肥及保持土壤適宜之水分往往是一種不可缺少之手段。

根據研究甘藍及萵苣之抗氧化能力均因重肥而產生低下之現象（中村及元木，1997），萵苣抗氧化力隨氮肥之施用量增加而降低（表三）。

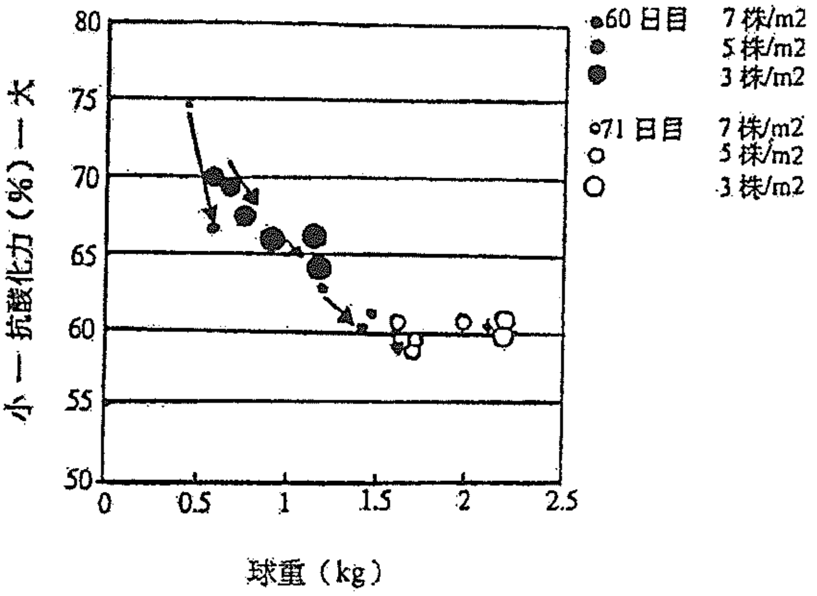
表三、萵苣抗氧化力與氮肥施用量及栽培日數之關係

氮肥用量	結球重(g)			抗氧化力(%)		
(Kg/10a)	30 日	35 日	40 日	30 日	35 日	40 日
6	257	280	366	42	48	49
12	274	294	386	40	41	45
18	281	329	403	29	34	36

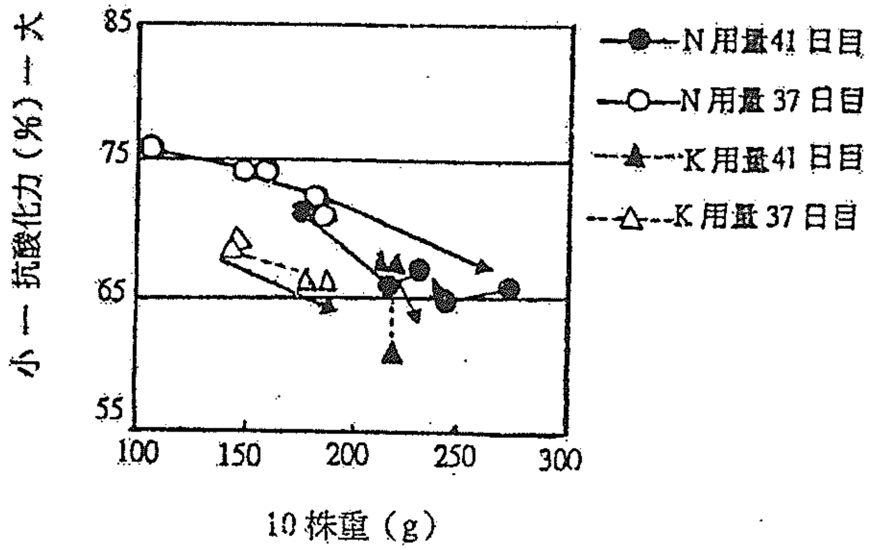
＊中村及元木(1997)；品種 Karuma-MR

氮肥之施用對甘藍之抗氧化力亦有相同之趨勢，減施氮肥反而提高抗氧化力，但減施氮肥會造成減產，故為了經濟考量中村及元木（1997）指出適當之甘藍採收規格可訂在每粒約 1 公斤左右(圖一)。

鉀肥對菠菜抗氧化力之影響則是施用量增加反而降低其抗氧化力，多施鉀肥是增加了菠菜之株重，但抗氧化力反而降低了。氮肥對菠菜抗氧力之影響亦有相同之趨勢（圖二）。



圖一、甘藍的抗氧化力與球重、氮肥施用及收穫熟度之關係。(圖中箭頭表示爲氮肥用量之增加對抗氧化力之變動方向)(中村及元木，1997)



圖二、菠菜抗氧化力與株重之關係（箭頭表示氮、鉀肥之增加對抗氧力變動之方向）(中村及元木，1997)

結語

由於抗氧化力高之作物與產量之關係可能是負的，販賣上一定要講求機能性成分高之優越性，差別化販賣區隔市場才能有效補償收量之損失。我們對抗氧化力高之作物，其受栽培環境影響之機制仍有必要進一步加以瞭解，同時對抗氧化力高之蔬菜，它的疾病預防效果仍有必要加以確認。

蔬菜肥料量之推薦

林木連　吳婉麗　吳懷國

行政院農業委員會農業試驗所農業化學系

一、肥料量計算法

肥料推薦量以要素量表示，使用者可參考附表肥料成分百分率，算出各種單質或複合肥料的用量。換算的公式如下：

肥料量(公斤)＝要素量(公斤) × (100/肥料要素含量%)

例如：某一稻田的三要素推薦量爲每公頃：

氮素：130 公斤，磷酐：40 公斤，氧化鉀：60 公斤現在想用氮素量的 60%(即 130 公斤 × 60/100＝ 78 公斤)及磷、鉀的全部做深層施肥，則其每公頃所需肥料量如下（10 公斤以下四捨五入）：

(一)用單質肥料時

硫酸銨＝78 公斤 × 100/21 約 370 公斤（用尿素時減半）

過磷酸鈣＝40 公斤 × 100/18＝約 220 公斤

氧化鉀＝60 公斤 × 100/60＝100 公斤

(二)用複合肥料時

臺肥五號複肥含氮 16%，磷酐 8%，氧化鉀 12%，簡稱 16-8-12 配方，最接近上面三要素的比率。施用氮素 78 公斤所需五號複肥用量爲：

78 公斤 × 100/16=約 490 公斤此一數量五號複肥同時含有約 40 公斤的磷酐即 490 × 8/100）及約 60 公斤的氧化鉀（即 490 × 12/100）。

二、常用主要化學肥料及有機肥料要素含量

常用主要化學肥料及有機質肥料要素含量(%)

肥　料　名　稱	氮素	磷酐	氧化鉀
硫酸銨	21		
磷酸銨鈣	20		
尿素	46		
過磷酸鈣		18	
硫酸鉀			50
氯化鉀			60
臺肥 1 號複合肥料	20	5	10
臺肥 2 號複合肥料	11	9	18

肥料名稱(複合肥料)	氮素	磷酐	氧化鉀	氧化鎂
臺肥 4 號	11	5.5	22	
臺肥 5 號	16	8	12	
臺肥 36 號	7	21	21	
臺肥 39 號	12	18	12	
臺肥 42 號	22	5	6	
臺肥 43 號	15	15	15	4
臺肥 44 號	10	16	16	
臺肥 7 號	9	18	27	
臺肥寶效 1 號	18		18	

肥　料　名　稱	氮素	磷酐	氧化鉀	氧化鎂	氧化鈣	氧化矽	有機質
臺肥寶效 2 號複肥	21		14				
臺肥 1 號液體複合肥	12	6	6				
臺肥 4 號液肥複肥	6	12	6				
臺肥 5 號液體複肥	4.5	9	9				
臺肥 1 號即溶肥料	26	13	13				
臺肥 4 號即溶肥料	14	28	14				
臺肥 5 號即溶肥料	10	20	20				
臺肥 1 號有機肥料	1.5	4.0	3.0	1.0	7.0	8.0	60
臺肥 2 號有機肥料	4.0	4.0	4.0	1.0	1.0	2.0	60
臺肥特 1 號有機複肥	11	11	11				30

肥料名稱	氮　素	磷　酐	氧化鉀	氧化鎂	氧化鈣	氧化矽	氧化錳
矽酸爐渣				6 以上	35 以上	30 以上	
石灰爐渣				6 以上	45 以上	15-19	5 以上
一般堆肥	0.35-0.90	0.07-0.45	0.31-0.90				
草木灰		1-2	4-10				
乳牛糞尿混合物	0.60	0.15	0.45				
豬糞尿混合物	0.50-0.65	0.28-0.35	0.35-0.40				
乾雞糞(純)	3.0	3.1	1.3				
花生粕	6.55	1.33	1.00				
大豆粕	7.52	1.77	2.27				
米糠	1.95	4.38	1.49				

三、蔬菜之三要素推薦量

(一)葉菜類

1.嫩莖萵苣(桃園場)

三要素推薦量(公斤/公頃),每公頃施用堆肥 10 公噸情況下:

氮素:120-180,磷酐:90-120,氧化鉀:120-150。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥 定植後 15-20 天	第 2 次追肥 定植後 30-40 天
氮肥	34	33	33
磷肥	100		
鉀肥	34	33	33

2.榨菜(桃園場)

三要素推薦量(公斤/公頃),每公頃施用堆肥 10－20 公噸情況下:

氮素:160-180,磷酐:90-120,氧化鉀:150-180。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥 定植後 15-20 天	第 2 次追肥 定植後 30-40 天	第 3 次追肥 定植後 45-60 天
氮肥	34	22	22	22
磷肥	100			
鉀肥	100			

3.結球白菜(桃園場)

三要素推薦量(公斤/公頃),每公頃施用堆肥 10 公噸情況下:

氮素:200-250,磷酐:90-150,氧化鉀:120-180。

施肥時期與分配率(%)

氮鉀肥各三分之一,磷肥及堆肥全量當作基肥施用,剩餘三分之二氮、鉀肥分三次於發芽後 15-20 天,30-35 天及 45-50 天各施用一次追肥。

4.芥菜（桃園場）

三要素推量（公斤公頃），每公頃施用堆肥 10－20 公噸情況下：

氮素：180-240，磷酐：90-120，氧化鉀：150-180。

施肥時期及分配率：

肥料別	基肥	第 1 次追肥 植後 15-20 天	第 2 次追肥 植後 30-40 天	第 3 次追肥 植後 45-60 天
氮肥	34	22	22	22
磷肥	100			
鉀肥	34	22	22	22

5.甘藍（桃園場）

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 10 公噸情況下：

氮素：秋冬作 250-350　夏作 200-300，磷酐：70-90，氧化鉀：120-180。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	追肥 1 定植後 10-15 天	追肥 2 定植後 20-30 天	追肥 3 定植後 30-45 天
氮肥	34	22	22	22
磷肥	100			
鉀肥	34	22	22	22

註：土壤 pH 值在 5.5 以下時，可於種植前二週用石灰石粉或石灰爐渣每公頃 2-3 噸。

6.紫蘇(桃園場)

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 12 公噸情況下：

氮素：180-240，磷酐：90-120，氧化鉀：120-150。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥 定植後 15-20 天	第 2 次追肥 定植後 30-35 天	第 3 次追肥 定植後 45-50 天
氮肥	25	25	25	25
磷肥	100			
鉀肥	25	25	25	25

7.萵苣(桃園場)

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥5公噸情況下：

氮素：100-120，磷酐：50-100，氧化鉀：90-120。

施肥時及分配率(%)

肥料別	基肥	第1次追肥 本葉3-4枚時
氮肥	50	50
磷肥	100	
鉀肥	50	50

8.菠菜（桃園場）

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥20公噸情況下：

氮素：150-180，磷酐：90-120，氧化鉀：120-150。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第1次追肥 發芽後7-10天	第2次追肥 發芽後14-15天	第3次追肥 發芽後15-30天
氮肥	25	25	25	25
磷肥	100			
鉀肥	25	25	25	25

9.蕹菜（俗稱空心菜）(臺中場)

三要素薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥10公噸情況下：

氮素：120-180，磷酐：50-90，氧化鉀：100-150。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第1次追肥 播種後10-12天	第2次追肥 播種後18-20天
氮肥	34	33	33
磷肥	100		
鉀肥	34	33	33
堆肥	100		

註：多刈法每刈後加氮肥總量的三分之一。

10.茼蒿（臺中場）

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 10 公噸情況下：

氮素：140-150，磷酐：90-110，氧化鉀：100-140。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	追肥(萌芽後 15-20 天)
氮肥	50	50
磷肥	100	
鉀肥	50	50
堆肥	100	

11.葉用甘藷(桃園場)

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 10 公噸情況下：

氮素：90-120，磷酐：30-60，氧化鉀：160-200。

施肥時及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥 插植後 1 個月	第 2 次追肥 插植後 3 個月	第 3 次追肥 插植後 5 個月	第 4 次追肥 插植後 7 個月
氮肥	20	20	20	20	20
磷肥	100				
鉀肥	50	50			

12.芹菜（桃園場）

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 20 公噸情況下：

氮素：150-230，磷酐：60-90，氧化鉀：150-180。

施肥方法及分配率(%)

肥料別	基 肥	第 1 次追肥 發芽後 30-40 天	第 2 次追肥 發芽後 60-70 天
氮肥	34	33	33
磷肥	100		
鉀肥	34	33	33

13.韭菜（花蓮場）

三要素推薦量（公斤/公頃），第一次收割前之施肥量：

氮素：80-150，磷酐：30-50，氧化鉀：60-80。

每次收割後之施肥量：與第一次收割前之施肥量相同。

施肥時期及分配率(%)

時期別	肥料別	基肥	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥
第 1 次收割前	氮肥	50	25	25	
	磷肥	50	25	25	
	鉀肥	50	25	25	
每次收割後	氮肥		33	33	34
	磷肥		33	33	34
	鉀肥		33	33	34

施肥方法：

1. 每公頃可將堆肥 10-20 公噸與基肥於整地前，全面撒施後耕入土中，再作畦播種。
2. 定植後約每隔 60-75 天於行間或株間施用追肥一次，計三次，施肥時勿太靠近株根，以免發生肥害。
3. 每次收割後，隨即於行間或株間施用追肥一次，並以腐熟之鋸木屑等資材覆於株根上，以後每隔 20 天施用追肥一次，計二次。
4. 冬、春季之肥料量須較夏、秋季爲多。氮肥中，尿素之肥效較硫酸銨爲佳。

14.韭黃（花蓮場）

三要素推薦量（公斤/公頃），第一次軟化處理前之施肥量：

氮素：80-150，磷酐：30-50，氧化鉀：60-80。

每次收割後之施肥量：與第 1 次軟化處理前之施肥量相同。

施肥分配率(%)

時期別	肥料別	基肥	追肥 1	追肥 2	追肥 3	追肥 4
第 1 次軟化處理前	氮肥		33	33	34	
	磷肥	75	8	8	9	
	鉀肥	66	11	11	12	
每次收割韭黃後	氮肥		25	25	25	25
	磷肥		25	25	25	25
	鉀肥		25	25	25	25

施肥時期與方法：

1.每公頃可將堆肥 20 公噸與基肥於整地前，全面撒施後耕入土中，再作畦。

2.定植後至第一次軟化處理前，約每隔 60-75 天於行間或株間施用追肥一次，計三次，施肥時勿太靠近株根，以免發生肥害。

每次收割韭黃後，隨即於行間或株間施追肥一次，以恢復其生長勢，以後約每隔二十天施用追肥一次，計三次，並約每隔二個月才可再進行軟化處理一次。

15.蔥（花蓮場）

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 20 公噸之情形下：

氮素：240-275，磷酐：95-105，氧化鉀：90-120。

施肥分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥	第 4 次追肥
氮肥	25	15	20	20	20
磷肥	100				
鉀肥	100				

施肥時期與方法：

1.整地前將基肥全面撒施，耕入土中，再作畦。

2.追肥之氮素以尿素爲佳，第一次追肥於定植後 10 天新根長出時施用，以後約每隔 15-20 天施用一次追肥，每次追肥後均須培土，培土不宜過厚，以可將葉柄部掩沒即可，最後一次培土以不超過植株葉身部之分岐點爲準。

(二)根及地下莖類

1.蘿蔔(花蓮場)

三要素推薦量(公斤/公頃)

氮素:140-160, 磷酐:80-100, 氧化鉀:110-130。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥
氮肥	40	15	20	
磷肥	100			25
鉀肥	60	20	20	

施肥方法:

1.每公頃可將堆肥 10-20 公噸與基肥於整地前,全面撒施後耕入土中,再作畦播種。

2.第一次追肥於發芽後 6-10 天,穴施於株間,施肥後覆土。

3.以後每隔 10-14 天於畦肩條施追肥一次,共計二次,施肥後培土。

缺硼之土壤每公頃可施用硼砂 2-6 公斤作基肥。

2.胡蘿蔔(臺南場)

三要素推薦量(公斤/公頃),每公頃施用堆肥 20 公噸情況下:

氮素:180-250,磷酐:120-180,氧化鉀:120-180。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥 發芽後 15-30 天	第 2 次追肥 發芽後 45-60 天
氮肥	50	25	25
磷肥	100		
鉀肥	50	25	25

3.豆薯(高雄場)

三要素推薦量(公斤/公頃)

氮素:60-90,磷酐:90-120,氧化鉀:150-180。

施肥時及分配率(%)

肥料別	基 肥	第 1 次追肥 播種後 30 天	第 2 次追肥 播種後 50 天
氮肥	30	35	35
磷肥	100		
鉀肥	30	35	35

有機質肥料：每公頃可施用堆肥 10-20 公噸或豆餅 1-1.5 公噸作基肥。

4.牛蒡（高雄場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：200，磷酐：130，氧化鉀：260。

堆肥每公頃施用 10-15 公噸。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥	第 2 次追肥
氮肥	20	40	40
磷肥	70	15	15
鉀肥	70	15	15

註：1.宜種植於排水良好土層深厚之壤土與砂質壤土。

2.爲使牛蒡根系生長良好須深耕及多施有機質肥料。

第 1 次追肥爲本葉 1-2 葉時，第 2 次追肥爲第 1 次追肥後 20 天，追肥施於行間以免灼傷葉片。追肥宜配合中耕培土。

5.薑（臺東場）

坡地（老薑）三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：160-220，磷酐：100-140，氧化鉀：160-220。

水田（嫩薑）三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：300-360，磷酐：80-100，氧化鉀：120-160。

施肥時期及分配率(%) (老薑)：

肥料別	基肥	第1次追肥 植後 60-70 天	第2次追肥 植後 100-110 天
氮肥	50	35	15
磷肥	100		
鉀肥	50	35	15

施肥時期及分配率(%) (嫩薑)：

肥料別	基肥	第1次追肥 植後 50 天	第2次追肥 植後 70 天	第3次追肥 植後 90 天
氮肥	25	25	25	15
磷肥	100			
鉀肥	50		50	

施肥方法：

老薑：種植前施用有機肥料每公頃 5 噸及磷肥全量氮鉀各半量混合做基肥翻入土壤中，於種植後 60-70 天施第一次追肥，第二次追肥在種植後 100-110 天施肥。

嫩薑：種植前施用有機肥料每公頃 10 噸與全量磷肥，四分之一量氮及半量鉀肥做基肥翻入土壤中，第一次追肥於種植後 50 天施肥，第二次追肥於種植後 70 天施肥，第三次追肥於種植後 90 天施用。

6.荸薺（臺南場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

每公頃施 10 公噸堆肥的情況下：

氮素：300-400，磷酐：60-100，氧化鉀：200-300。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第1次追肥 插植後 20 天	第2次追肥 插植後 40 天	第3次追肥 插植後 60 天	第4次追肥 插植後 80 天
氮肥	10	15	15	30	
磷肥	30	30	40		30
鉀肥		30	30	40	

7.馬鈴薯（桃園場）

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 15 公噸情況下：

氮素：150-225，磷酐：150-200，氧化鉀：240-360。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥 發芽後 15 天	第 2 次追肥 發芽後 30 天
氮肥	34	33	33
磷肥	100		
鉀肥	100		

8.水芋（高雄場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：700，磷 酐：100，氧化鉀：500。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第1- 6 次追肥 (定植後每隔 1 個月施用 1 次)
氮肥	15	每次 14
磷肥	40	每次 10
鉀肥	16	每次 14

註：1.基肥每公頃另施堆肥 20 噸。

2.水芋栽培第七個月斷水，定植八個月後採收。

追肥施用前宜適度排水。

9.大蒜（臺南場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

青蒜：

要素	施堆肥 10 公噸/公頃	不施堆肥
氮素	200-240	200-300
磷酐	60-90	90-120
氧化鉀	90-120	120-180

乾蒜：

要　　素	施　堆　肥 10 公噸/公頃	不 施 堆 肥
氮素	120-150	200-300
磷酐	60-90	60-120
氧化鉀	90-120	120-180

施肥時期：

氮肥 20%，鉀肥 40%及磷肥全量當基肥。氮肥約 30%施於定植後 30 天左右，又定植後 50 天再施氮肥的 30%及鉀肥的 60%定植後 80 天再施氮肥 20%。

10.麻竹筍（臺中場）

三要素推薦量（克/欉/年），每公頃以 400 欉計，施堆肥 15-20 公噸情況下：

樹齡	氮素	磷酐	氧化鉀
1 年生	500	250	400
2 年生	2000	500	1500

施肥時期及分配率(%)

肥料別	冬肥	春肥	夏肥
氮肥	50	25	25
磷肥	50	25	25
鉀肥	50	25	25
堆肥	100		

施肥時期及方法：

1.冬肥每公頃另施堆肥 10 公噸。

2.施肥法可用環施或條施在株旁，開環狀溝，或以竹欉爲中心，開輻射狀溝，施肥後覆土。孟宗竹、桂竹及其他竹筍可參考麻竹筍施肥量及方法施用。

3.酸性土壤用矽酸爐渣改良之。

11.越瓜（臺中場）

三要素推薦量(公斤/公頃)，糊仔作施堆肥每公頃 10 公噸情況下：

氮素：220-260，磷酐：120-160，氧化鉀：180-220。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基 肥	第1次追肥	第2次追肥	第3次追肥	第4次追肥
氮肥	10	30	20	20	20
磷肥	10	50	40		
鉀肥	10	50		20	20
堆肥	30	70			

施肥方法：

基肥：化學肥料施用於播種用小土堆下，堆肥覆蓋於越瓜種子上。

追肥：第一次至第四次追肥依次條施於瓜株基部兩側 15、40、70、100 公分處。

(三)莖菜類

1.球莖甘藍（桃園場）

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 10 公噸情況下：

氮素：100-120，磷酐：70-90，氧化鉀：120-150。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	追肥 1 定植後 10-15 天	追肥 2 定植後 20-30 天	追肥 3 定植後 30-45 天
氮肥	34	22	22	22
磷肥	100	0	0	0
鉀肥	34	22	22	22

2.茭白筍（臺中場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

雙季茭：氮素：200-250，磷 酐：100-140，氧化鉀：100-140。另加堆肥公頃 15-20 噸。春作施用矽酸爐渣 2000 公斤。

單季茭：氮素 100-150，磷酐 80-100，氧化鉀 50-100。另加堆肥每公頃 15-20 公噸。

施肥時期及分配率(%)

雙季茭：青殼種

肥料別	基肥	追肥 1	追肥 2	追肥 3	追肥 4	追肥 5	追肥 6
氮肥		10	10	15	25	25	15
磷肥	60					40	
鉀肥		30		30		40	

單季茭：赤殼種

肥料別	基肥	追肥 1	追肥 2	追肥 3	追肥 4
氮肥		15	25	25	
磷肥	75		25		35
鉀肥		60		40	

施肥方法：

基肥包括全量堆肥及磷酐 60 於種植前施用於田間，並用耕耘機打入土中，1 追於種植後 10 至 15 天施用，2 追於定植後 20 至 25 天施用，3 追於假莖變扁肥大之茭白孕茭期施用，4 追（單季茭）於秋茭採收期中分 1 至 2 次施用，(雙季茭)於春茭收前(四月)施用，5 追於於春茭採收後秋茭採收前（七月間）施用，6 追於秋茭採收中分 1 至 2 次施用。

說明： 二年生筍其施肥方法與三年生以上者相同，但肥料用量，視植株生長旺盛程度，適當的調整，總用量約爲三年生以上的七至八成。

3.蘆筍（臺南場）

三要素推薦量（公斤/公頃），砂質壤土施 30 噸堆肥情況下：

氮素：700-900，磷酐：100-150，氧化鉀：200-300。

可以單質肥料施用或以複合肥料臺肥 1 號：2000－3000 配合尿素：500。

施肥時期及分配率(%)

施肥期間	春肥 3 月間母莖更新時	春採收肥 4.5.6 月每月一次			夏肥 6 月下旬至 7 月上旬母莖更新時	夏採收肥	秋肥 8 月下旬至 9 月上旬母莖更新時	秋採收肥 9.10.11 月		冬肥 11 月秋筍採收後
施肥方法	穴施條施	開溝條施			開溝條施	條施	開溝條施	穴施條施		開溝條施
堆肥	50	--	--	--	--	--	--	--	--	50
氮肥	16	6	6	6	16	6	16	6	6	16
磷肥	30	0			20	0	20	0		30
鉀肥	20	8	8	8	10	0	10	8	8	20
複合 1 號肥料	30	0			20	0	20	0		30
尿素	0	17	16	17	0	0	0	25	25	0

4.洋蔥（高雄場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：150-200，磷酐：150-200，氧化鉀：120-240。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥 移植後 2 週	第 2 次追肥 移植後 4 週	第 3 次追肥 移植後 6 週
氮肥	50	20	20	10
磷肥	70	30		
鉀肥	50	25	25	

(四)花菜類

1.韭菜花（花蓮場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

要素別	基　肥	每次追肥量
氮素	250	30
磷酐	270	10
氧化鉀	360	15

施肥時期及方法：

1.每公頃可將堆肥 10-20 公噸與基肥於整地前，全面撒施後耕入土

中，再作畦。

2.定植後約每隔十天於行間或株間施用追肥一次，施肥時勿太靠近株根，以免發生肥害。

2.花椰菜（花蓮場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

極早生種（定植後 40 天左右採收者）：

氮素：180-220，磷　酐：70-130，氧化鉀：130-190。

早生種（定植後 60 天左右採收者）：

氮素：220-260，磷　酐：90-150，氧化鉀：150-210。

中生種及晚生種（定植 70 天以上採收者）：

氮素：250-300，磷　酐：110-170，氧化鉀：180-230。

施肥分配率(%)

極早生種及早生種：

肥料別	基肥	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥
氮肥	40	15	25	20
磷肥	100			
鉀肥	50		50	

中生種及晚生種：

肥料別	基肥	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥	第 4 次追肥
氮肥	30	10	15	25	20
磷肥	100				
鉀肥	50		50		

施肥時期與方法：

1.每公頃可將堆肥 10-20 公噸與基肥於整地前，全面撒施後耕入土中，再作畦。施用堆肥者，其化學肥料可酌量減施。

2.第一次追肥於定植後 7-10 天穴施於株旁，以後每隔 10-14 天於行間開闢淺溝條施，最後一次追肥應在開始著蕾時施用，每次追肥後均須覆土。

3.缺硼之土壤每公頃可施用硼砂 1-4 公斤，作基肥。

土壤 pH 值在 5.5 以下者，每公頃可施用石灰等鹼性資材 1-3 公噸矯正之。

3.金針菜（臺東場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：100-150，磷酐：90，氧化鉀：60-150。

施肥分配率(%)（土質以壤土或粘壤土）

肥料別	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥
氮肥	35	40	35
磷肥	100		
鉀肥	30	40	30

施肥時期及方法：

1.每年第 1 次追肥於 3 月間施用，第 2 次追肥於開花前 6 月施用，第 3 次追肥於收穫後 10 月施用。

金針為宿根作物，二年生以後視生長情形酌量增加肥料施用量。

4.青花菜（花蓮場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：190-230，磷酐：90-110，氧化鉀：150-210。

施肥分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥
氮肥	45	15	15	25
磷肥	70		30	
鉀肥	60	15	25	

施肥時期與方法：

1.每公頃可將堆肥 10-20 公噸與基肥於整地前，全面撒施後耕入土中，再作畦。施用堆肥者，其化學肥料可酌量減施。

2.第一次追於定植成活後穴施於株旁，以後每隔 8-10 天於行間開淺

溝條施，每次施肥後均須覆土。

3.缺硼之土壤每公頃可施硼砂 1-4 公斤，作基肥。

土壤 pH 值在 5.5 以下者，每公頃可施用石灰等鹼性資材 1-3 公噸矯正之。

(五)瓜類

1.絲瓜（臺中場）

三要素推薦量(公斤/公頃)，每公頃施用堆肥 10－20 公噸情況下：

氮素：95-115，磷酐：90-105，氧化鉀：130-170。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第1次追肥	第2次追肥	第3次追肥	第4次追肥	第5次追肥
氮肥		20	20	20	20	20
磷肥	100					
鉀肥		20	20	20	20	20
堆肥	100					

施肥時期與方法：

1.基肥：於播種前。

追肥：第一次於移植後 10 天或直播者本葉 2-3 枚時。

第二次於抽蔓時條施並培土。

第三次於蔓長 60 公分時。

第四次於子蔓開第一朵雌花時。

第五次於著小果時。

2.胡瓜（黃瓜）(高雄場)

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 10 公噸情況下：

氮素：250-350，磷　酐：120-180，氧化鉀：300-400。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥	第 4 次追肥	第 5 次追肥
氮肥	10	15	15	20	20	20
磷肥	60	20	20			
鉀肥	20		40		40	

3.苦瓜（高雄場）

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 10 公噸或豆餅 2 公噸情況下：

氮素：250-350，磷酐：100-150，氧化鉀：150-300。

施肥時期及分配率(%)

基肥：全部堆肥或豆餅及半量磷、鉀肥與 20%氮肥混合施用。

追肥：氮肥 80%，每隔二週施用一次，平均施用 7-8 次，半量磷、鉀肥於第二次及第三次追肥時平均施用。

4.扁蒲（花蓮場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：55，磷酐：55，氧化鉀：120。

施肥分配率(%)

肥料別	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥	第 4 次追肥
氮肥	20	20	40	20
磷肥	20	20	40	20
鉀肥	20	20	40	20

施肥時期及方法：

1.定植前每公頃採穴施或條施堆肥 20 公噸作爲基肥，再作畦。

2.第一次追肥於定植後 8-10 天，環施於株旁。

3.第二次追肥於摘心後施用。

4.第三次追肥於果實膨大期施用。

5.第四次追肥於果實開始採收時視植株生長情形施於畦面上。

5.西瓜（花蓮場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：180-240，磷酐：120-240，氧化鉀：200-240。

施肥分配率(%)

肥料別	基肥	追肥 1	追肥 2	追肥 3	追肥 4	追肥 5
氮肥	10	10	15	20	25	20
磷肥	60		20	20		
鉀肥	25		15	30	30	

施肥時與方法：

1.於定植前，將基肥及堆廄肥（10公噸/公頃）施於植溝內。

2.第一次追肥在定植成活後，點施於株旁10公分處。

3.第二次追肥在本葉5-6片時，於株間開淺溝施下。

4.第三次追肥在蔓長約50公分時，施於瓜蔓尖端處，並培土。

5.第四次追肥在雌花始期，條施於畦溝兩側。

6.第五次追肥在幼果如拳頭大時，施於畦溝兩側與溝底。

7.砂質土壤可在果實肥大時，以0.4%尿素水溶液噴施於葉面，每星期一次，連續2-3次。

生育期間若發現缺硼時，可用0.5%硼砂水溶液噴施於葉面或灌注於根旁，每兩週1次，連續2-3次。

6.洋香瓜（臺南場）

塑膠布畦面覆蓋栽培：

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用10公噸堆肥的情況下：

氮素：120-150，磷酐：180-220，氧化鉀：180-220。

施肥時期及分配率：氮磷鉀肥均全量當基肥施用，在整地時全面撒施後作畦。

塑膠布隧道型栽培：施肥量及施肥法同塑膠布畦面覆蓋栽培。

稻草覆蓋栽培：三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用10公噸堆肥情況下：

氮素：150-200，磷 酐：180-220，氧化鉀：180-220。換算為台肥四十三號複合肥料施用量 1000－14000。

施肥時及分配率(%)

肥料別	基肥	定植後 10 天	定植後 20 天	定植後 30 天	果實雞蛋大時
氮肥	20	10	30	25	15
磷肥	50		20	30	
鉀肥	30		20	30	20

7.甜瓜（高雄場）

三要素推薦量（克/株/年）

氮素：150-180，磷酐：90-120，氧化鉀：100-150。

施肥分配率(%)

肥料別	基肥	追肥 1	追肥 2	追肥 3
氮肥	30	10	40	20
磷肥	70	10	20	0
鉀肥	40	0	60	0

施肥時期與方法：

1.播種前一個月撒佈堆肥二公噸於田內，並用耕耘機混入土中。

2.基肥（化肥）於播種前條施畦中。

3.第一次追肥在本葉 3-4 枚時，離植株 15 公分處穴施。

4.第二次追肥於蔓長 30-40 公分時條施並培土。

5.第三次追肥在小果期施用，穴施於畦兩側。

(六)豆類

1.豇豆（桃園場）

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 10 公噸情況下：

氮素：60-120，磷酐：60-90，氧化鉀：90-120。

施肥時及分配率(%)

要素別	基肥	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥
氮素	34	22	22	22
磷酐	100			
氧化鉀	34	22	22	22

註：氮、鉀肥於發芽後，每隔 15-20 天各追肥 1 次。

2.蠶豆（桃園場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：30-40，磷　酐：40-80，氧化鉀：30-60。

施肥分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥
氮肥	50	50
磷肥	100	
鉀肥	50	50

施肥時期及方法：

基肥於播種前施於播種穴內，與土壤充分拌勻後播種，追肥於第 2 次中耕除草時 1 次施用。

3.豌豆（桃園場）

三要素推薦量（公斤/公頃），每公頃施用堆肥 10 公噸情況下：

氮素：20-40，磷　酐：50-80，氧化鉀：60-90。

施肥時期與方法：

氮、鉀肥各二分之及磷肥、堆肥全量當基肥施用，剩餘氮、鉀肥分二次於發芽後每隔 15-20 天施用一次。

4.毛豆（高雄場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：春作 60 夏作 20-40 秋作 60，磷酐：60-80，氧化鉀：60。

註：1.如有測定土壤有效性氧化鉀時可參考大豆之推薦量。

2.若接種大豆根瘤菌，氮素施量每公頃 20 公斤即可。

施肥時期、分配率及方法：

1.磷鉀肥當基肥施用，氮肥依春夏秋作不同其施肥期略有不同。

2.春作：於播種後 15 至 30 天各施半量。

3.夏秋作：35%當基肥施用，30%於播　種後 15 天施用，35%於始花期施用或 50%當基肥施用，50%於播種 15-25 天施用。

石灰施用量及施用法（如大豆之施用法）

5.菜豆（俗稱敏豆）（臺中場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：90-120，磷酐：60-90，氧化鉀：100-120。

施肥分配率(%)(土壤以壤土或壤質土)

肥料別	基肥	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥
氮肥	30	30	20	20
磷肥	100			
鉀肥	50		25	25
堆肥	100			

施肥時期與方法：

1.基肥在整地時施用，追肥於發芽後每隔 15 天施用 1 次。

2.每公頃施用堆肥 5-10 公噸，如施堆肥，化學肥料之三要素用量可酌減。

(七)果菜類

1.菱角（高雄場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：100，磷酐：50，氧化鉀：100。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥 定植後 5 週	第 2 次追肥 第 1 次採收後	第 3 次追肥 第 2 次採收後	第 4 次追肥 第 3 次採收後
氮肥	20	20	20	20	20
磷肥	100				
鉀肥	100				

註：適用水田菱角栽培。基肥另施堆肥 10 噸。第 1 次採收期約定植後 100 天。

2. 番茄(臺南場)

三要素推薦量（公斤/公頃）

每公頃施用 20 公噸堆肥情形下：

要素別	食用番茄	加工番茄
氮素	150-250	150-250
磷酐	100-150	120-200
氧化鉀	100-150	120-180

食用番茄施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥 定植後 20-25 天	第 2 次追肥 定植後 40-50 天	第 3 次追肥 定植後 60-75 天
氮肥	30	24	23	23
磷肥	100			
鉀肥	30	24	23	23

加工番茄施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥定植後 25-30 天
氮肥	40	60
磷肥	100	
鉀肥	50	50

施肥方法：

基肥：開溝條施後作畦。

追肥：施於株旁 10-15 公分，然後培土。

3.茄子（高雄場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

氮素：610，磷酐：800，氧化鉀：630。

(以施追肥 17 次，採收期 6 個月計算而得）

施肥時期及施肥量（公斤/公頃）

要素別	基　肥	追肥(共　17　次)
氮素	100	每次 30
磷酐	290	每次 30
氧化鉀	120	每次 30

註：1.基肥每公頃另施堆肥 10 噸豆餅 1 噸。

2.追肥自開始採收後（約定植後 2 個月）每 7-10 天施用 1 次。

4.甜椒（花蓮場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

定植後至第 1 次收穫果實

氮素：120-150，磷酐：120-150，氧化鉀：15-180。

每次採收果實後：氮素 30-50

施肥分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥	第 2 次追肥	第 3 次追肥
氮肥	30	20	25	25
磷肥	100	0	0	0
鉀肥	50	0	50	0

施肥時期及方法：

1.每公頃可將堆肥 10-20 公噸與基肥於整地前 3-5 天，在定植線開溝施下，並與土壤充分拌合。施用堆肥者，其化學肥料可酌量減施。

第一次追肥於定植後 10-15 天，第二次追肥在定植後 20-30 天，第三次追肥在定植後 30-45 天，分別於行間、株間之不同方向位置輪流施肥，每次施肥均須覆土。

5.草莓（桃園場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

北部地區--氮素：150-200，磷酐：150-200，氧化鉀：150-200 。

南部地區--氮素：200-240，磷酐：120-160，氧化鉀：120-160。

東部地區--氮素：120-160，磷酐：60-90，氧化鉀：80-120。

施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	第 1 次追肥
氮肥	67	33
磷肥	67	33
鉀肥	67	33

註：於定植後 30-40 天花蕾著生時施追肥，隨後即覆蓋 PE 布，以後就不再施肥。

6.蓮子（蓮藕）(臺南場）

三要素推薦量（公斤/公頃）

每頃施用 10 公噸堆肥作基肥情況下：

要素別	採蓮子兼採藕粉	採生粉
氮素	400-600	120-200
磷酐	80-150	50-100
氧化鉀	150-250	80-150

施肥時期及分配率(%)

採蓮子兼採藕粉

肥料別	基肥	第 1 次追肥 植後 15 天	第 2 次追肥 植後 30 天	第 3 次追肥 植後 45 天	第 4 至 7 次追肥 採收期每隔十天 1 次
氮肥	15	15	15	15	10
磷肥	50			50	
鉀肥	15	15	15	15	10

採生藕

肥料別	基肥	第 1 次追肥 定植後 15 天	第 2 次追肥 定植後 45 天	第 3 次追肥 定植後 60 天
氮肥	15	30	30	25
磷肥	50	50		
鉀肥	50	50		

四、參考文獻

1. 作物施肥手冊。1996。台灣省政府農林廳編印。

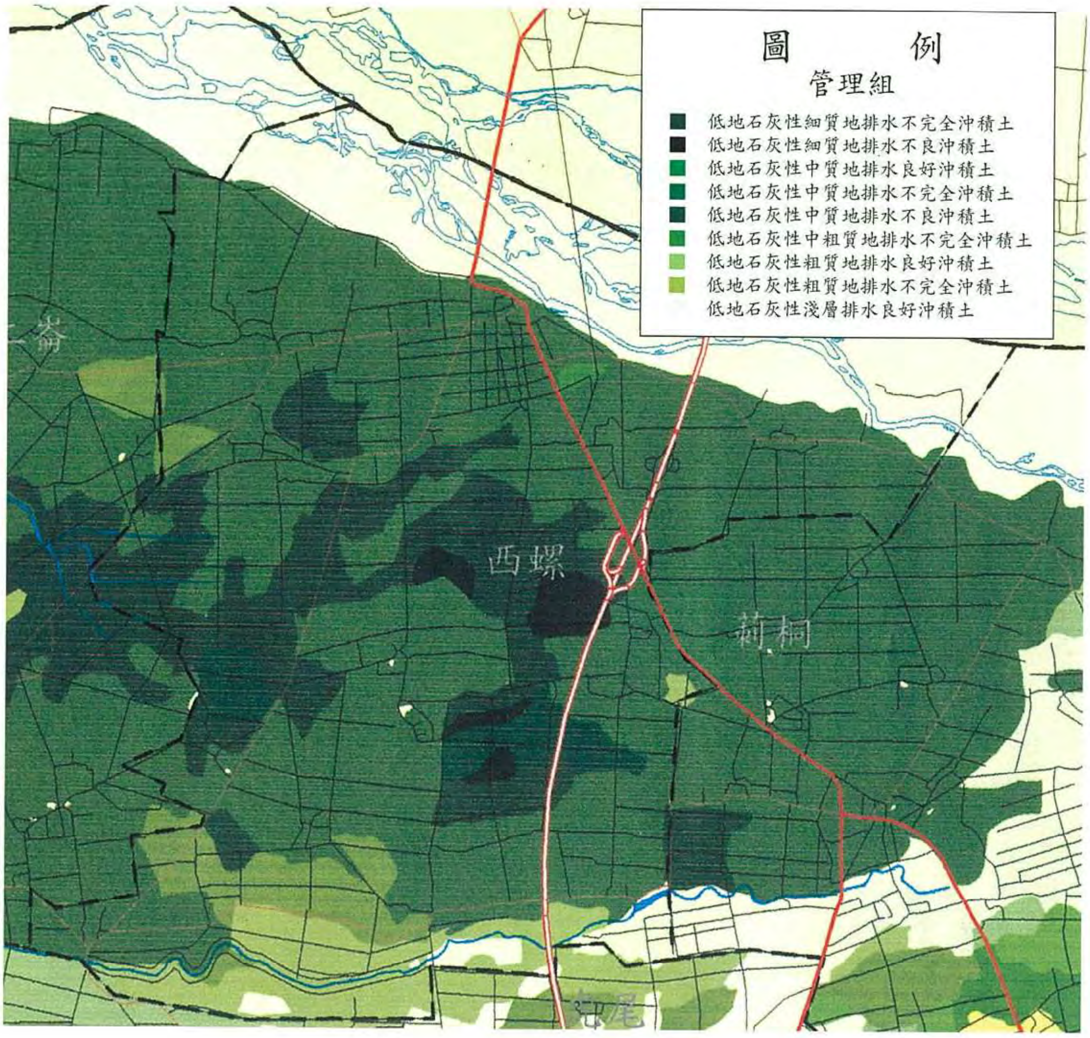
雲林縣　西螺鎮　土壤性質簡述表

土系 中文名稱	土系 英文代號	塊數	總面積 (公頃)	土層質地 表層 0~30cm	土層質地 次層 30~60cm	土層質地 中層 60~90cm	土層質地 下層 90~150cm	土層顏色	母質來源	型態	土層內部排水	酸鹼度	石灰性	詳細資料參考頁數
西畔系	CHp2	7	68.2	粗	石礫	石礫	石礫	暗灰	板　岩	沖積土	不完全	鹼	有	
路口厝系	CLk2	1	35.7	粗	極粗	極粗	極粗	暗灰	板　岩	沖積土	不完全	中	有	
	CLk4	1	26.1	中										
埤頭系	CPt4	1	8.6	中	中	中	極粗	暗灰	板　岩	沖積土	不完全	中	有	
五房州系	PWf1	2	3.1	粗	極粗	極粗	極粗	頗暗灰	板　岩	沖積土	良好～尚佳	鹼	有	
	PWf2	2	6.9	粗										
廉使系	YLs2	1	3.3	粗	極粗	極粗	石礫	暗灰～黑	板　岩	沖積土	良好～尚佳	鹼	有	
二林系	CEh4	8	1273.9	中	中	中	中	橄欖～淡橄欖棕	板, 岩	沖積土	不完全	鹼	有	
福興系	CFh4	5	87.3	中	細	細	粗	橄欖灰	板　岩	沖積土	不完全	中	有	
	CFh7	1	35.3	細										
西港系	CHk7	1	6.6	細	粗	粗	中	橄欖灰	板　岩	沖積土	不完全	鹼	有	
花壇系	CHn4	10	219.5	中	細	細	中	橄欖灰～淡橄欖	板　岩	沖積土	不完全	鹼	有	
	CHn7	2	43.4	細										
鹿港系	CLu4	4	114.4	中	細	細	細	淡橄欖灰～淡黃棕	板　岩	沖積土	不完全	中	有	
	CLu7	2	24.7	細										
南港舊系	CNk4	2	100.0	中	中	中	細	橄欖灰	板　岩	沖積土	不　良	鹼	有	
平和系	CPh4	1	9.6	中	中	中	中	黃～橄欖黃	板　岩	沖積土	良好～尚佳	鹼	有	
社頭系	CSh4	1	32.0	中	中	中	中	暗灰～極暗橄欖灰	板　岩	沖積土	不　良	鹼	有	
秀水系	CSi4	2	57.1	中	細	細	細	灰～暗灰	板　岩	沖積土	不　良	鹼	有	
	CSi7	2	29.6	細										
田中央系	CTy4	3	23.6	中	中	中	中	暗灰棕～淡橄欖	板　岩	沖積土	不完全	鹼	有	
	CTy7	1	6.0	細										
萬興系	CWh4	10	374.7	中	中	中	細	橄欖～橄欖灰	板　岩	沖積土	不完全	鹼	有	
	CWh7	1	28.0	細										
員林系	CYu4	9	238.4	中	中	粗	粗	橄欖灰～橄欖	板　岩	沖積土	不完全	中	有	
	CYu5	1	106.2	中										
	CYu7	1	1.9	細										
許厝寮系	YHt4	1	5.0	中	中	中	中	淡橄欖棕	板　岩	沖積土	不完全	鹼	有	
	YHt5	2	21.2	中										
中萬甲系	KCw4	1	41.3	中	中	粗	粗	暗灰～灰棕	板岩混合砂頁岩	沖積土	不完全	鹼	有	
旗山系	KHl4	2	37.8	中	中	中	細	淡橄欖棕～暗灰棕	板岩混合砂頁岩	沖積土	不完全	鹼	有	
南興系	KNh4	3	99.1	中	中	中	中	橄欖棕～灰棕	板岩混合砂頁岩	沖積土	不完全	鹼	有	

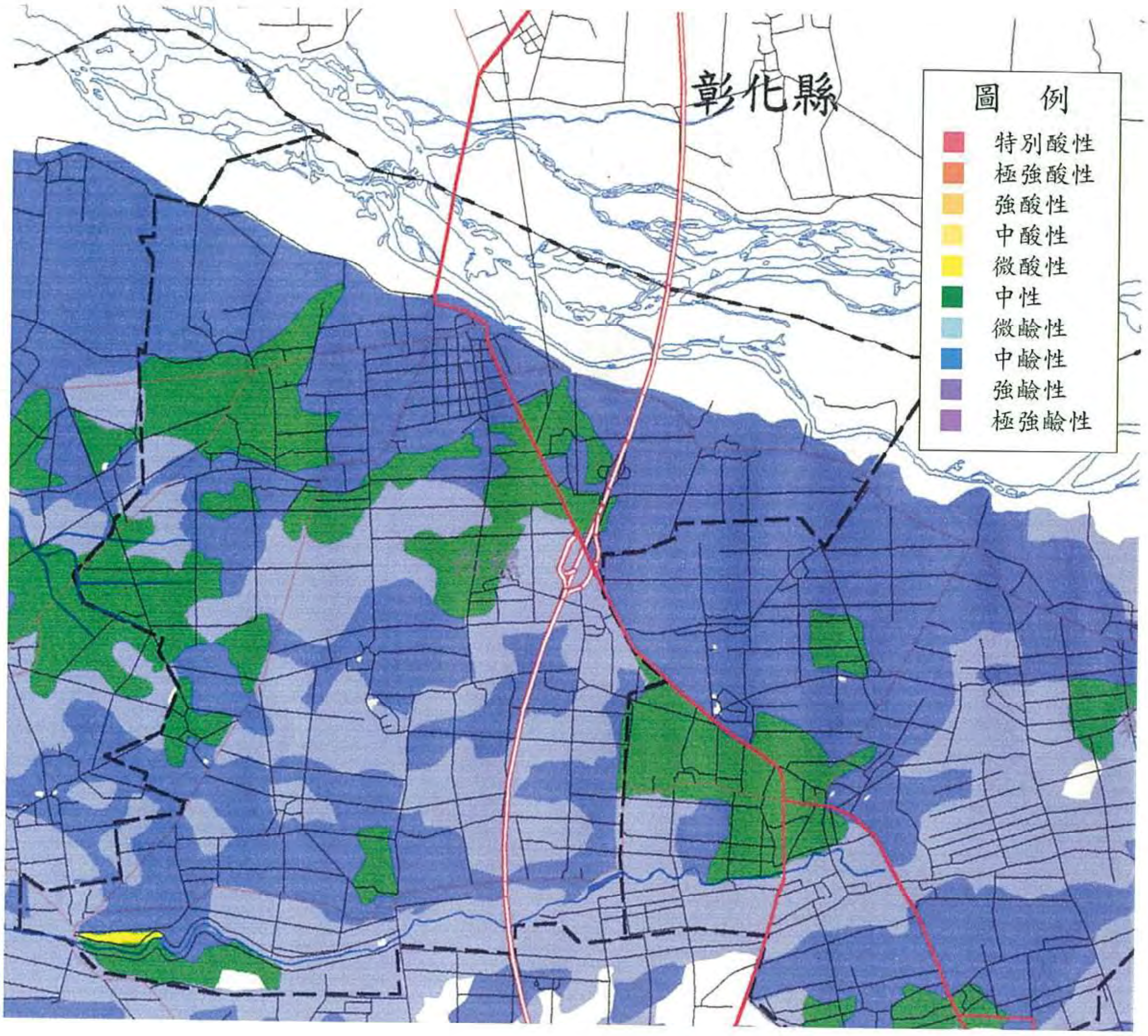
雲林縣　西螺鎮　土壤性質簡述表

土系		塊數	總面積	土層質地				土層顏色	母質來源	型態	土層內部排水	酸鹼度	石灰性	詳細資料參考頁數
中文名稱	英文代號		(公頃)	表層 0～30cm	次層 30～60cm	中層 60～90cm	下層 90～150cm							
番薯厝系	YFs4	5	209.3	中	中	中	中	暗灰～淡橄欖棕	板岩混合砂頁岩	沖積土	不完全	鹼	有	
下崙系	YH12 YH14	1 2	10.0 162.5	粗 中	中	中	中	淡橄欖棕～暗灰	板岩混合砂頁岩	沖積土	不完全	鹼	有	
馬公厝系	YMk4	1	0.8	中	中	中	極粗	淡橄欖棕～黑	板岩混合砂頁岩	沖積土	不完全	鹼	有	
馬鳴山系	YMm4	1	32.1	中	細	細	中	灰～暗黃棕	板岩混合砂頁岩	沖積土	不完全	鹼	有	
牛厍港系	YNn2 YNn4	4 3	74.9 138.4	粗 中	粗	粗	粗	橄欖棕～極暗黑	板岩混合砂頁岩	沖積土	不完全	鹼	有	
中洲系	Ct4	1	10.9	中	中	中	中	灰棕～橄欖棕	砂頁岩	沖積土	不完全	鹼	有	
	LSa	1	8.7											

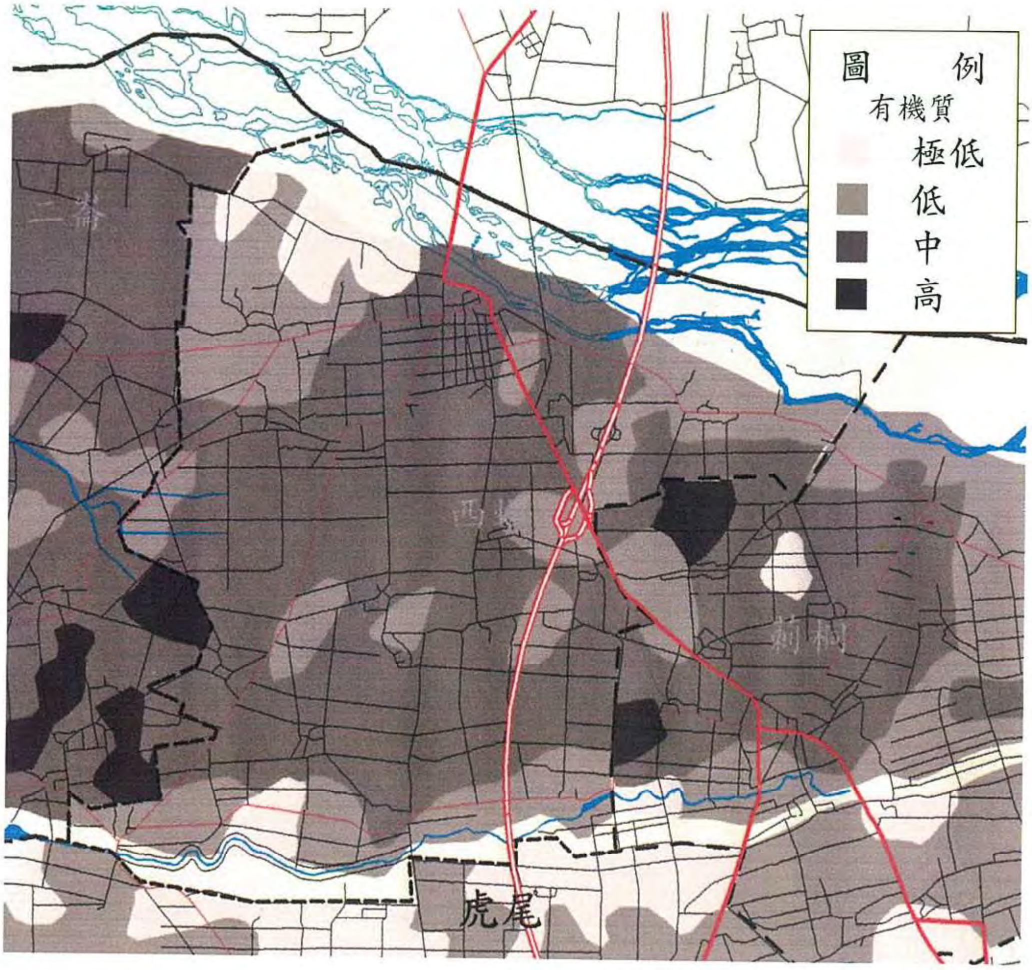
行政院農業委員會



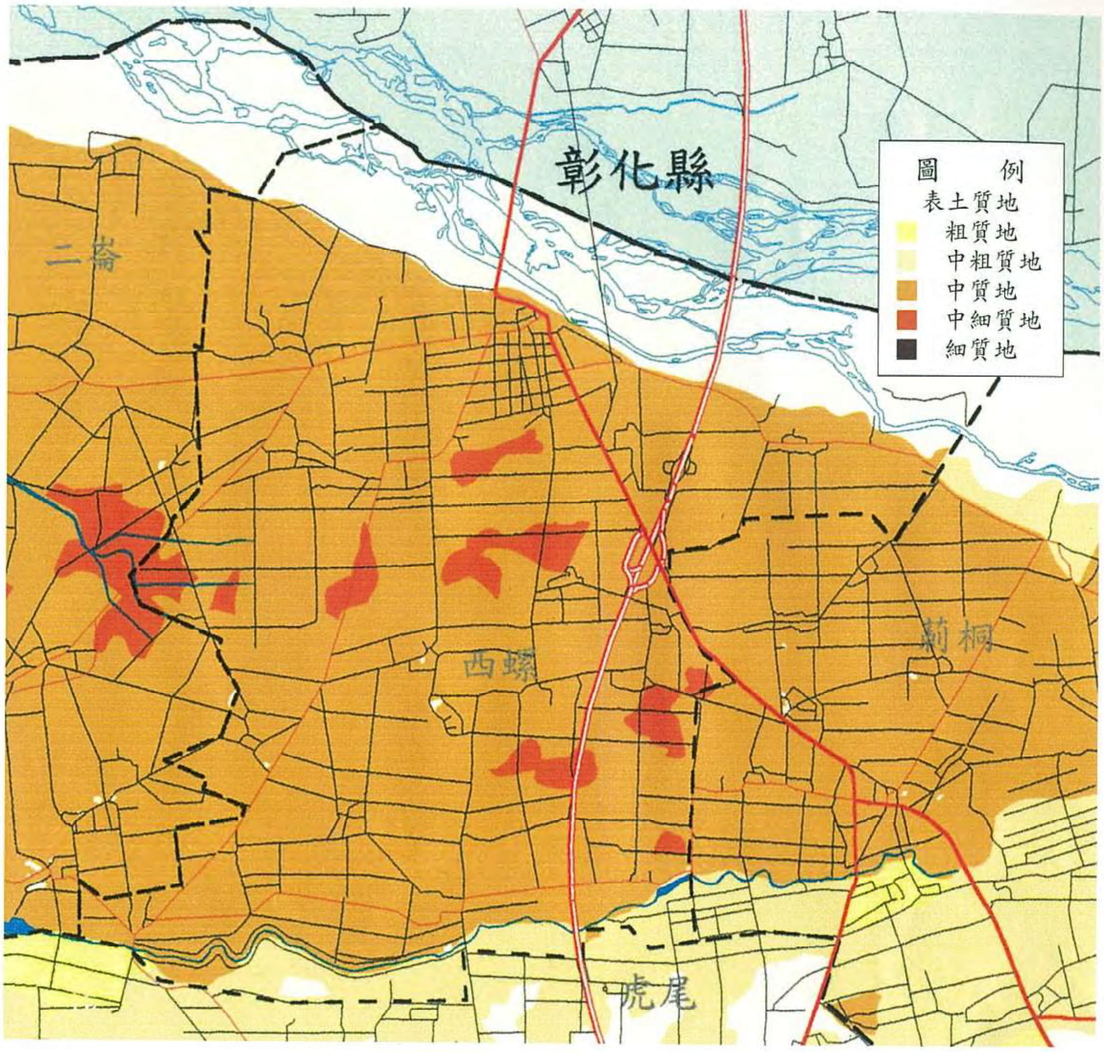
雲林縣西螺鎮土壤管理組分布圖



雲林縣西螺鎮表土酸鹼度等級分布圖



雲林縣西螺鎮表土有機質含量等級分布圖



雲林縣西螺鎮表土質地分布圖